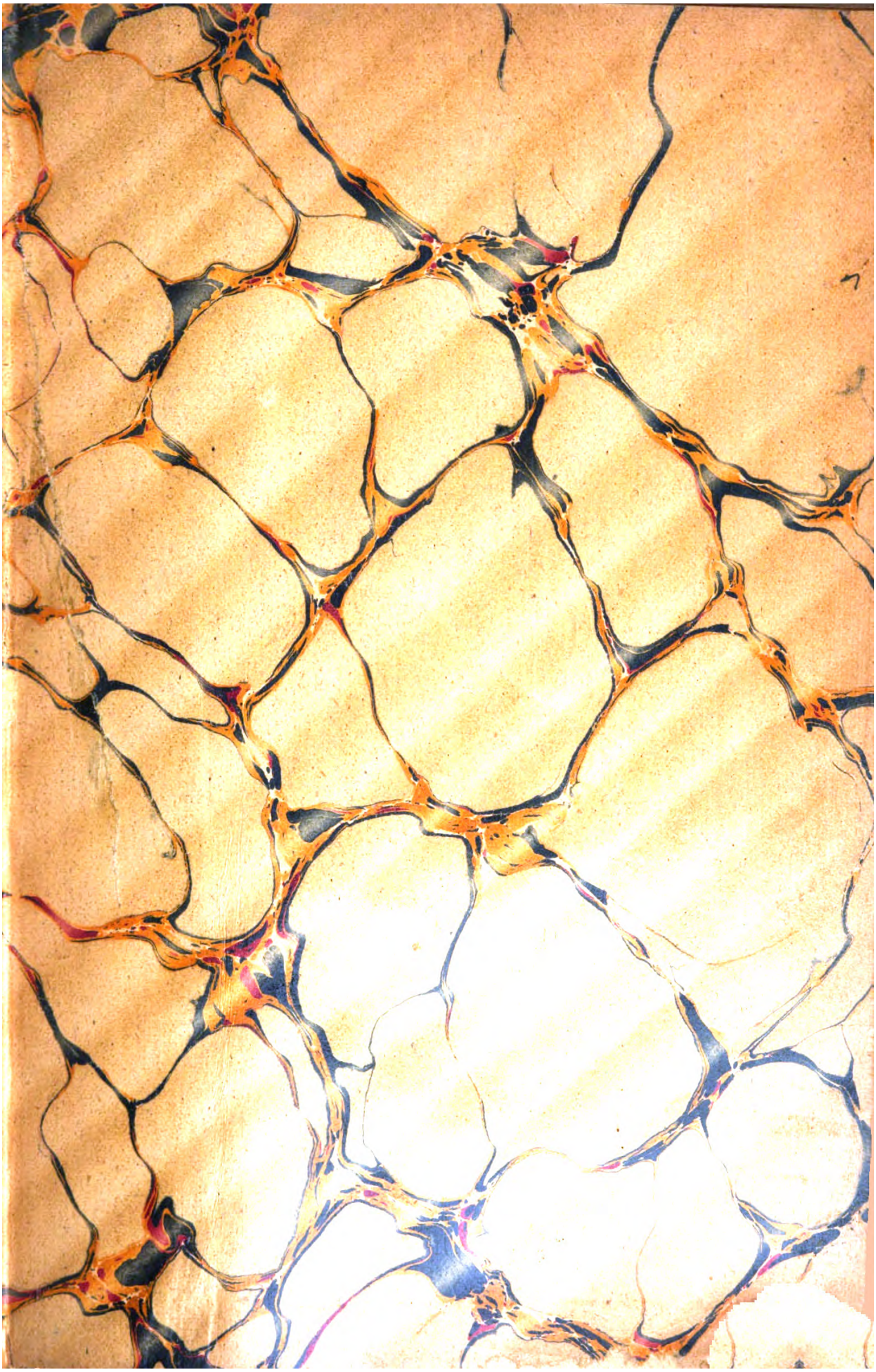
A 3 9015 00379 595 5
University of Michigan – BUHR

1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



610.5
A613
E4

L'ANNÉE ÉLECTRIQUE

Électrothérapique et Radiographique

OUVRAGES

Du Docteur FOVEAU DE COURMELLES

Electricité :

Précis d'Electricité médicale, 250 p. in-16 ill., Paris, 1891 Barcelone, 1893 ; Moscou, 1894.
L'Electricité médicale au XIXe siècle, 32 p. in-12, Paris, 1895.
L'Electricité curative, 400 p. in-12 ill., Paris, 1895.
Nouveau Précis d'Electricité médicale, 500 p. in-8 ill., Paris, 1895.
Traité de Radiographie (Premier enseignement des rayons X, cours libre à la Faculté de Médecine de Paris), 500 p. gr. in-8 ill., Paris, 1897.
Electricité médicale, 32 p. in-8 ill., Paris, 1898.
L'Ozonoscopie, 20 p. in-8, Montréal, 1898.
Bi-Electrolyse et Pyrogalvanie, 30 p. in-8, Montréal, 1898.
L'Electricité et ses applications, 200 p. in-16 ill., Paris, 1899.
Formulaire électrothérapique, 230 p. in-16, Paris, 1900.
Les rayons X en pathologie infantile, 32 p. in-8 ill., Paris, 1900.
L'Electroscopie, 30 p. in-8, Montréal, 1900.
Osmose et Bi-Electrolyse, 20 p. in-8 ill., Paris, 1900.
La lumière électrique en thérapeutique, 20 p. in-8, Rio-de-Janeiro, 1900.
Lupus et Photothérapie (Extrait du Bulletin de l'Académie de médecine de Belgique), 15 p. in-8 ill., Bruxelles, 1900.
L'Année électrique, de 1900, 350 p. in-8, Paris, 1901.

Œuvres diverses :

La Peur, la Pauvreté, broch., Paris, 1886.
La Vaginite et son traitement, 104 p. in-8, Paris, 1888.
Le Magnétisme devant la loi, 50 p. in-8, Paris, 1889.
Les Facultés mentales des animaux, 352 p. in-12 ill., Paris, 1890.
L'Hypnotisme, 330 p. in-12 ill., Paris, 1890 ; Londres et New-York, 1891.
L'Esprit et l'Ame des Plantes, 30 p. in-8, Amiens, 1893.
L'hygiène à table, 200 p. in-12, Paris, 1894.
L'Esprit scientifique contemporain, 410 p. in-12, Paris, 1899.
Une Langue internationale, 30 p. in-8, Paris, 1901.
Comment on se défend de la neurasthénie, de la folie, de l'alcoolisme, des tuberculoses cutanées, 4 broch. 50 à 70 p. in-8 ill., Paris, 1901.

L'ANNÉE ÉLECTRIQUE

Électrothérapique et Radiographique

123732

REVUE ANNUELLE DES PROGRÈS ÉLECTRIQUES EN 1901

PAR LE

Dr Foveau de Courmelles

Médecin-Électricien, Lauréat de l'Académie de Médecine
Professeur libre d'Électrothérapie et de Radiographie
Licencié ès-sciences physiques, ès-sciences naturelles et en Droit
Secrétaire de la Section d'électricité du Comité Français
des Expositions à l'Étranger, etc., etc.

DEUXIÈME ANNÉE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
Successeur de BAUDRY et Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MÊME MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1902

Tous droits réservés

PRÉFACE

*Cette deuxième année de l'existence, sous la direction actuelle, de l'*Année Électrique, *qui a paru huit ans (1885-1892) avec M. Ph. Delahaye, pourrait être par suite, en réalité, la dixième, d'où, sur la couverture, l'indication possible de* Dixième Année. *Mais le titre semble un peu modifié, et l'est réellement puisqu'il est devenu l'*Année Électrique, Électrothérapique et Radiographique : *ce qui indique l'actuelle importance de deux branches de l'électricité, n'existant que peu ou point il y a quinze ans. Le plan général a peu changé cependant, notre prédécesseur, ancien élève de l'École Polytechnique, en cette* Revue annuelle des progrès électriques, *n'oubliait pas plus l'électricité médicale ou électrothérapie, que nous, médecin électricien, n'oublions l'électricité industrielle, à laquelle d'ailleurs, et pour cause, nous faisons la plus grande place, mais cette électricité médicale naissait alors ! Quant à la* radiographie, *c'est une science nouvelle qui a grandi très vite et qui aujourd'hui est devenue complexe et importante.*

Nous avons lieu de croire en cette seconde année de notre existence, étant données les approbations reçues et les analyses bibliographiques faites l'an dernier, que nous atteignons le but que nous nous sommes fixés : renseigner, sans esprit d'école et impartialement : « *les* électriciens *trop occupés et ne pouvant lire les nombreuses publications spéciales ou voulant s'en rémémorer les traits principaux à la fin de chaque année, les* médecins *qui veulent appliquer ou connaître les nouvelles modalités électriques sans recourir à de gros volumes, et le* grand public *désireux de se tenir au courant des progrès réalisés...*». *Comme l'an dernier également nous avons donné, empruntant aux livres ou aux revues scientifiques les plus autorisés, un certain développement à des questions qui nous ont paru plus intéressantes, la photothérapie notamment, et que le lecteur peut passer si elles ne lui agréent, mais cela sans nuire à l'ensemble que nous avons voulu aussi complet que possible ! Et la plus pure vulgarisation résumant les questions côtoie la techniciié nouvelle, de façon que tout le monde puisse y glaner utilement.*

Mais les éloges ne vont pas sans les critiques, et, non seulement, nous ne détestons pas celles-ci et les appelons de tous nos vœux, décidés que nous sommes à toujours en tenir compte, pour que notre fastidieuse besogne de compilateur, de sélecteur, *dirons-nous, soit la plus utile et la mieux faite possible. Nous remercions d'avance et les critiques et les lecteurs qui nous signaleront des modifications à apporter, des faits oubliés à mentionner, des phénomènes d'électricité atmosphérique dont ils auraient été les témoins,..*

Les réserves de l'an dernier sont légères : c'est d'abord le distingué écrivain électricien, M. Georges Dary, qui a légitimement critiqué l'appellation du Chapitre XI de 1900 : « Electricités diverses ». Sous ce nom, véritable indication d'un caput mortuum, *nous avions groupé les électricités de sources diverses trouvées en la nature, la mer, les eaux minérales, les cheveux... ; nous avons demandé au critique, ne pouvant faire autant de chapitres que d'origine électrique, une autre désignation plus juste... nous l'attendons encore ! C'est ensuite l'éminent ingénieur, M. D. A. Casalonga qui, depuis longtemps, dans sa « Chronique Industrielle » ou dans ses communications au Congrès de l'Association Française pour l'avancement des sciences, soutient la matérialité de l'électricité, aussi incrimine-t-il avec raison notre commencement de préface de 1900 : « L'électricité encore si mystérieuse en son essence » ; il est vrai que cette phrase fait bien, que les savants officiels l'emploient en leurs discours, mais elle est aujourd'hui souverainement inexacte, aussi M. Casalonga a-t-il rappelé fort justement à l'auteur, le battant avec ses propres travaux l'ayant conduit aux mêmes conclusions que lui : la* bi-électrolyse *ou* transport électrolytique des ions (*1890*), *les réactions* électro-chimiques digestives (*1893*), l'assimilation de l'organisme triant ses aliments ses ions à un ensemble de pôles variables (*1895*), l'inégalité de répartition de la matière dans les tubes de Crookes (*1897*), une théorie nouvelle de la lumière (*1898*)... *L'électricité ne se propage qu'avec de la matière, c'est de la matière en mouvement, et de la matière très pondérable, car,*

depuis la découverte des Rayons X de Rœntgen, on a pu étudier le vide poussé très loin dans les ampoules de Crookes et constater que quand il est parfait, absolu, que la matière manque, il n'y a plus de transmission électrique. Les ondes herziennes et la télégraphie sans fils n'infirment nullement, au contraire, la théorie en mouvement, en passe d'être adoptée, de la matérialité électrique.

— *En notre besogne de sélection, divers journaux techniques nous ont aidé et nous tenons à les remercier et les citer ici : les* Comptes Rendus de l'Académie des sciences, *la* Revue Internationale de Thérapie physique, *les* Inventions Illustrées, *la* Vie Scientifique, *le* Bulletin International de l'Electricité,...

Le vulgarisateur qu'est d'habitude l'écrivain résumant les travaux des autres est généralement et à priori *d'aspect désintéressé et impartial, parce que simple vulgarisateur, bien que de célèbres exceptions y aient dérogé : Buffon, Franklin, Babinet, Louis Figuier.., pour ne citer que les morts. Ici l'auteur du livre est en même temps l'auteur de certains travaux aidant aux progrès qu'il prend à tâche d'exposer; il sait le peu d'impartialité de certaines Revues spéciales se discréditant au lieu de croître, parce qu'elles ne veulent connaître que les recherches de leurs amis; lui, se place plus haut : il estime qu'une Revue spéciale — il l'a dit, écrit et prouvé souvent — n'a de raison d'être qu'à la condition d'être bien renseignée, indépendante, impartiale et complète ; pour lui, il n'existe ni amis, ni ennemis, tout ce qui est intéressant et nouveau —*

*même un point d'histoire électrique à changer ou à signaler — a droit de figurer en l'*Année Electrique; *l'auteur fera donc tous ses efforts pour le connaître et le publier. Son succès, dès la première année, lui est un sûr garant qu'il est dans la bonne voie, celle de la vraie science et du progrès, et il compte sur son labeur et les critiques ou observations de ses lecteurs pour s'y maintenir !*

Dr Foveau de Courmelles

Paris, le 31 décembre 1901.

P. S. — *Au point de vue matériel et hygiénique, certains de nos lecteurs nous ayant signalé, sous le rapport de la vue, les inconvénients des papiers glacés et leurs reflets à la lecture, nous faisons, cette année, l'essai de papiers non glacés.*

CHAPITRE I

FAITS ET APPAREILS SCIENTIFIQUES

Les montres aimantées. — Troubles magnétiques dans les observatoires. — Division décimale du jour et mesures électromagnétiques. — Cohésion diélectrique des gaz. — Convection électrique. — Oscillation électrique et ondes aériennes. — Nouveaux galvanomètres. — Nouvelles piles et perfectionnements. — Nouveaux accumulateurs. — Compteurs et fréquencemètres à courants alternatifs. — Voltmètre et ampèremètre à champ magnétique réglable. — Transformateur à haut voltage et à survolteur cathodique. — Nouveau balai pour dynamos. — Nouvel indicateur de terre. — Gyroscope électro-magnétique.

Les Montres aimantées.

On est de plus en plus exposé dans les usines, les ateliers, les installations industrielles en général, au phénomène de l'aimantation de la montre que l'on porte dans son gousset : en effet, d'une part, ces installations vont en se multipliant chaque jour; d'autre part, elles emploient un plus grand nombre de machines électriques et en même temps plus puissantes. Il y a donc tous les motifs voulus pour que l'aimantation de l'horlogerie discutée au début et considérée comme un accident relativement exceptionnel devienne, au contraire, un cas très fréquent. Il se forme et s'épanouit autour des machines électriques en fonctionnement un « champ magnétique » d'autant plus considérable que la machine est puissante. C'est comme une atmosphère particulière dans laquelle

tourne la machine au milieu de toutes sortes de vibrations et d'effluves. Si une pièce d'acier vient à passer dans cette atmosphère, tout aussitôt elle se transforme en un *aimant permanent*. Tel est l'accident qui se produit sur les pièces en acier des montres que les personnes appelées par leur service auprès des aimants ou dynamos portent sur elles; il s'est d'abord produit chez les médecins étudiant l'influence de gros aimants sur les maladies nerveuses (J. Luys, G. Trouvé,..,). Chacune des parties, chacun des organes en acier qu'elle contient étant devenu un aimant permanent, prend une *polarité* définie, c'est-à-dire deux pôles comme les aimants; et alors le petit organe, dont l'horloger avait sagement déterminé la place, tend à se placer dans la direction nord-sud, comme le fait l'aiguille aimantée de la boussole. Chacun des petits aimants formés réagit sur son voisin, repousse son pôle de même nom, attire le pôle de nom contraire; le magnétisme terrestre agit de son côté, aide certains aimants, lutte contre d'autres.

Pour s'assurer que l'aimantation est bien la cause des troubles constatés, on place une petite boussole directement au-dessus de la roue-balancier sur le pont qui la supporte : C'est M. William-T. Lewis, préside la « Horological Society », de Philadelphie, qui a signalé ce procédé d'investigation. Si l'aiguille oscille fortement, il est certain que la montre est aimantée; si elle oscille le moindrement, la montre est déjà suspecte, son ressort spiral doit être aimanté et il faut la mettre en traitement chez un spécialiste!

Divers appareils sont préconisés à cet effet, sous le nom de *démagnétiseurs*. Il y a le démagnétiseur à hélice dans lequel on introduit successivement toutes les pièces en acier de la montre démontée. Imaginons une grande hélice de fils conducteurs possédant un

espace vide intérieur. Un *courant continu*, dont on change le sens à l'aide d'un commutateur, ou bien un *courant alternatif*, parcourt le fil. Magnétisées, démagnétisées, aimantées, désaimantées, à plusieurs reprises, en quelques minutes, les pièces ne résistent pas à ces sortes de chiquenaudes électriques et elles rentrent dans l'ordre. On remonte les pièces, et tout est dit. D'autres spécialistes introduisent la montre sans la démonter à l'intérieur d'un électro-aimant. Un appareil plus perfectionné consiste à mettre la montre sur un petit chariot qui l'enfonce méthodiquement à l'intérieur d'une bobine tronconique sur laquelle sont enroulés des fils recevant un courant continu incessamment « commuté » ou bien un courant alternatif. La montre est placée sur une sorte de came qui la tourne et la retourne dans tous les sens, comme on tourne et retourne un morceau de viande que l'on veut faire rôtir. L'aimantation est détruite par l'entrecroisement des lignes magnétiques et par le passage de l'acier au travers des effluves variés de toutes sortes de façons. Enfin, les praticiens, les électriciens, les ingénieurs, que leurs fonctions appellent à fréquenter continuellement les dynamos, ont une méthode élémentaire. Elle consiste à retourner leur montre, dans leur gousset, de demi-heure en demi-heure, tantôt pile, tantôt face. Il paraît que l'on en prend assez aisément l'habitude et que ce geste devient au bout de très peu de temps automatique. Les accidents de dérèglement des montres sont, nous l'avons dit, inhérents à la présence de l'acier dans l'horlogerie. Des fabricants spéciaux ont obtenu des montres non magnétiques en faisant intervenir d'autres métaux dans la construction, par exemple le palladium ou bien des alliages d'aluminium. On a imaginé aussi des boucliers antimagnétiques qui préservent les montres de modèle usuel de l'influence

des dynamos; mais il en est de ces boucliers comme de tous les procédés de sauvetage intermittents; c'est généralement le jour même où l'on va rendre visite aux dynamos que l'on oublie chez soi son bouclier!

(La Vie Scientifique.) MAX DE NANSOUTY.

Troubles magnétiques dans les Observatoires.

La conductibilité terrestre est bien connue depuis longtemps, c'est elle qui oriente n'importe où l'aiguille grâce au magnétisme de notre globe, d'où le nom donné par les premiers expérimentateurs de réservoir commun. Ce pouvoir singulier est si grand, qu'il est quelquefois gênant pour les savants chargés d'étudier les variations du magnétisme terrestre et à qui arrivent des courants lancés dans les rails par les tramways à trolleys. Ces courants vagabonds se dispersent dans tous les sens, malgré la haute conductibilité des rails. Leurs effluves errants vont atteindre et troubler les magnétimètres, malgré l'épaisseur des massifs en maçonnerie sur lesquels ils sont perchés. Le seul parti sage paraît être, jusqu'ici, de leur céder la place et de les fuir.

L'observatoire magnétique de Toronto a été ainsi obligé de déménager. L'observatoire de Kew étant menacé d'un sort pareil, la Société royale de Londres, à qui cet observatoire appartient, n'a pas voulu se résigner à fuir. Après avoir consulté lord Kelvin, une de ses lumières, elle a imposé à la Compagnie concessionnaire un cahier des charges dont chaque terme avait été calculé. Malgré les observations les plus minutieuses, le service des observations a été interrompu. Il est probable que cet établissement histori-

que, dans lequel les premiers enregistreurs magnétiques du monde entier ont fonctionné en paix depuis plus de cent ans, va être déserté à son tour comme l'a été celui de Toronto. Le bureau central de France a pris un parti beaucoup plus radical et beaucoup plus raisonnable. Lorsqu'il s'est agi d'autoriser l'établissement de lignes voisines appartenant au réseau de l'Est parisien, M. Mascart a obtenu que le ministre mît une condition à l'autorisation : celle de verser dans les caisses du Trésor une somme de trente mille francs nécessaire pour le transfert de l'observatoire dans un district éloigné, au milieu des bois, au centre d'une région de grande culture où les villages sont clairsemés. L'observatoire du parc Saint-Maur a maintenant une succursale située à une vingtaine de kilomètres, sur le territoire de la commune de Villepreux et dans le Val-Joyeux.

Pendant la partie de la nuit où les tramways se reposent, les oscillations des courbes obtenues dans la station servent à vérifier l'exactitude des tracés obtenus, car, les appareils étant identiques, elles doivent coïncider ; l'expérience le démontre et les données recueillies ne diffèrent qu'en valeurs absolues. Mais la différence de ces valeurs absolues est quatre ou cinq fois plus grande qu'elle ne devrait l'être d'après la différence des longitudes et des latitudes des deux stations. Cette différence s'explique très bien par l'existence d'une anomalie considérable que M. Moureaux a signalée. Comme cette anomalie paraît tenir à l'existence de matériaux magnétiques inconnus ou souterrains, on pense à une mine de minerai de fer oligiste qui serait dans le voisinage. Aussi espère-t-on que les indications nouvelles recueillies au Val-Joyeux permettront de la localiser et son exploitation enrichirait la contrée.

— Le professeur Louis-W. Austin, de l'Université de Wisconsin, dit *The Physical Review*, a présenté les résultats de quelques expériences intéressantes qui ont été faites en vue de déterminer les effets d'allongement produits sur le fer mou par la force magnétique. Les essais ont été faits sur un paquet de 10 fils de 27^{cm} 1/2 de longueur et de 1.4^{mm} de diamètre, sur une bobine magnétique de 288 tours, distribués sur 24^{cm} de la bobine; on a fait agir alternativement le courant direct et le courant alternatif. Avec le courant direct, le maximum d'allongement, obtenu sur la bobine, a été de 0,000415 0/0 de la longueur avec un champ de 70 à 75 d'intensité; avec le courant alternatif, à 60 cycles, le maximum d'allongement a été de 0,000341 0/0 sur un champ de 75 à 80 d'intensité, et, à 120 cycles, il a été de 0,000031 0/0 sur un champ de 70 à 75 d'intensité. Avec des champs plus forts ou plus faibles, l'allongement était moindre, indiquant une influence moléculaire autre que le magnétisme et l'hystérésie.

Division décimale du jour et Mesures électromagnétiques.

M. J. de Rey-Pailhade, ingénieur civil des mines, reconnaît avec les auteurs que les valeurs pratiques du système C. G. S. présentent de grands inconvénients. MM. A. Cornu, Blondel et autres s'en sont faits les porte-paroles autorisés. « Dès 1893, nous avons montré qu'il serait très avantageux d'introduire, dans les usages scientifiques, la notation décimale du jour entier. D'accord avec tous les savants qui se sont occupés de la question, nous adoptons, pour la nouvelle unité physique du temps, le cent-millième de jour va-

lant 0^s864 que nous appelons *millicé* (1). En prenant cette nouvelle unité physique de temps et le *cé* ou centième de jour pour unité pratique de temps, on obtient des simplifications extraordinaires (2).

M. Blondel conserve la seconde de temps comme unité physique de temps. A notre avis, le perfectionnement doit être complet, de manière à ne plus avoir que des bases décimales. Cela est d'autaut plus utile, que le Congrès international de Chronométrie, tenu à Paris en 1900, a nommé une Commission internationale et permanente chargée de préparer l'établissement de la notation permanente du temps dans le domaine scientifique. La section de physique de l'Association pour l'Avancement des Sciences, présidée en 1900 par M. le professeur Pellat, a émis un vœu dans le même sens. L'adoption d'un pareil système ne présente qu'un peu de difficulté pour les unités électromagnétiques. Nous allons donc étudier le système *millicé, centimètre, gramme-masse*, que nous désignons en abrégé *M. C. G.* Afin d'apporter le moins de trouble possible dans les esprits, nous conserverons tous les noms actuels en les faisant précéder du préfixe *no* (3).

(1) Pour notre terminologie, dit M. de Rey-Pailhade, consulter notre note à l'Académie des Sciences, compte-rendu de la séance du 14 février 1898. Le *cé* ou centième de jour est l'unité pratique de temps. Le cé vaut 0^h24 ou 14^m4. Le *millicé* est donc le 1/100.000e de jour.

(2) M. André Blondel a publié un excellent travail sur l'unification des électromagnétiques pratiques, dans le *Bulletin de l'Association pour l'Avancement des Sciences*, Boulogne-sur-Mer, 1899.

(3) Dès 1898, nous avons employé le préfixe *no* pour désigner les unités électromagnétiques décimales. Voir notre conférence à la Société de l'Industrie minérale de Saint-Etienne (Loire), dans le *Bulletin* de cette Société, année 1899.

Il y a une grande utilité à adopter une unité de puissance des machines vraiment décimale ; le cheval-vapeur est une unité de puissance indigne du XXe siècle. Appelons *nochevau*, le travail de 100 kilogrammètres effectués pendant un *cent-millième* de jour, valant 0^s864. Le travail de un nochevau pendant un jour entier est de 100×100.000, soit 10.000.000 de kilogrammètres, nombre facile à retenir, puisqu'il rappelle celui de la définition du mètre.

Pour la grande industrie, on calculera les travaux en dix millions de kilogrammètres, ce qui s'obtiendra en opérant avec la valeur de la machine *nochevaus*.

On dresse facilement le tableau suivant :

100 kilogrammètres au cent-millième de jour est égal à	1,000	nochevau.
1 cheval-vapeur est équivalent à	0,648	—
1 poncelet	0,864	—
1 kilowatt	0,882	—
109 ergs (1 milliard) au cent-millième de jour.	0,102	—
Une grande calorie au cent-millième de jour.	4,325	—

En hydraulique, le produit du débit en litres (au cent-millième de jour) par la chute en mètres, donne la puissance en nochevaus à la virgule près.

Pour s'habituer à la nouvelle unité, on inscrira les deux notations l'une à la suite de l'autre, comme 100 chevaux-vapeur (64,8 nochevaus).

Cohésion diélectrique des gaz.

M. E. Bouty, à la *Société Française de Physique*, a annoncé qu'un gaz, contenu dans une enveloppe de verre et placé dans un champ électrostatique, se comporte comme un diélectrique parfait tant que le champ n'a pas atteint une certaine limite y, au-dessus de

laquelle le gaz cède et livre passage à de l'électricité comme le ferait un conducteur métallique de forme et de volume identiques. Ce résultat est général, cinq gaz ou mélanges de gaz et sur une quinzaine de vapeurs, telles que vapeurs d'alcools, d'éthers simples ou composés, de sulfure de carbone, de benzine et même vapeur d'eau l'ont reproduit. C'est un préjugé assez répandu de croire que la vapeur d'eau est conductrice. Elle est parfaitement isolante (la neige aussi) et, si elle paraît conduire dans les conditions ordinaires, cela tient exclusivement à ce que les corps solides, et le verre en particulier, se recouvrent, à l'air humide, d'une buée conductrice. Or, celle-ci disparaît, à l'intérieur des récipients de verre dès que la pression tombe au quart, par exemple, de la pression de saturation. Pour des pressions plus faibles, les mesures des champs critiques y ne présentent aucune difficulté. Quand la pression est supérieure à quelques millimètres de mercure, les *champs critiques* y, pour tous les gaz ou vapeurs étudiés, sont représentés par des fonctions linéaires de la pression. Or, on sait que, pour une distance explosive invariable, la différence de potentiel nécessaire pour produire une étincelle dans un gaz, entre des électrodes à peu près planes (et par conséquent aussi le *champ explosif*), est une fonction linéaire de la pression. Il y avait intérêt à comparer les champs critiques dans les tubes sans électrodes aux champs explosifs correspondants. Cette comparaison a pu être faite, d'une façon au moins approchée, en utilisant des nombres relatifs aux champs explosifs dans l'air, l'hydrogène et l'acide carbonique, publiés en Allemagne par M. Max Wolf. Pour l'hydrogène en particulier, M. Bouty trouve une coïncidence presque parfaite, du terme qui dépend de la pression, tandis que, pour le terme indépendant, il trouve un

nombre quarante fois plus faible, en nombres ronds, que le nombre de M. Wolf.

De là, il paraît légitime de conclure que le terme constant se rapporte principalement à l'effet propre des électrodes, lesquelles interviennent d'une façon certainement très importante dans le phénomène de la décharge explosive. Le terme proportionnel à la pression mesurerait l'effet propre du gaz. Le faible terme constant qui persiste dans les expériences de M. Bouty se rapporte sans doute à l'effet du verre, qui, très faible par rapport à celui d'électrodes métalliques, ne serait cependant pas nul. A des pressions suffisamment basses, le champ critique y, au lieu de continuer à décroître avec la pression, passe par un minimum, puis croît indéfiniment, à peu près en raison inverse du carré de la pression. On parvient à représenter les champs critiques y, avec une précision du même ordre que celles des expériences, à l'aide d'une formule à quatre constantes que l'on obtient en considérant le champ critique comme l'ordonnée d'une courbe formée par l'addition des ordonnées d'une hyperbole du second degré et d'une hyperbole cubique. L'hyperbole du second degré a son sommet sur l'axe des y, et son asymptote inclinée, à laquelle elle se réduit souvent, donne la fonction linéaire relative aux hautes pressions. L'hyperbole cubique est asymptote aux deux axes et sa branche asymptote à l'axe des y représente les champs critiques pour de très faibles valeurs de la pression.

A une observation de M. Villard relative à ce qui se passe aux pressions très basses des tubes de Crookes, M. Bouty répond qu'il n'a jamais eu à opérer à des pressions aussi faibles. Limité par la batterie d'accumulateurs dont il dispose et qui, actuellement, ne dépasse pas 6.500 volts, il n'a guère exécuté de

mesures au dessous de 1/50 de millimètre de mercure, tandis que, dans les tubes de Crookes, la pression est de l'ordre du millième de millimètre.

M. P. Villard rappelle que les remarques faites par M. Bouty sur la conductance des liquides tels que l'huile ou la benzine, généralement considérés comme des isolants parfaits, lui ont permis d'interpréter correctement des expériences singulières faites par M. Jaumann, expériences qui conduisaient à des conclusions en désaccord complet avec ce que l'on sait sur les rayons cathodiques ; il décrit ensuite sommairement les phénomènes qui se produisent quand la cohésion diélectrique d'un gaz est vaincue. Soit, par exemple, une ampoule de Crookes actionnée par une machine statique munie de condensateurs : le faisceau cathodique convenablement diaphragmé est reçu dans un champ tournant, ce qui permet d'analyser la décharge et d'observer la déviation magnétique instantanée. A partir d'une certaine valeur de la différence de potentiel, les rayons apparaissent ; le débit augmente avec cette différence : si l'on arrête la machine, l'émission s'arrête bientôt, et le condensateur reste chargé. La cohésion s'est rétablie d'elle-même et cette décharge est comparable à l'aigrette qui se produit entre les boules d'un excitateur, quand elles sont éloignées au-delà de la distance explosive. Si l'on fait croître la différence de potentiel, il arrive un moment où la rupture du diélectrique gazeux devient brusquement complète ; le condensateur se décharge *totalement* dans l'ampoule avec un bruit sec. Cette décharge a une durée appréciable et détermine une émission abondante de rayons plus déviés, donc moins rapides que précédemment. La déviation augmente avec la capacité : quand celle-ci atteint plusieurs mètres, les rayons n'excitent plus la fluorescence du verre, et l'on

observe seulement l'illumination en masse du gaz, c'est-à-dire le phénomène de Geissler. Ainsi, au moins pour les tubes à électrodes, il y a deux valeurs critiques de la différence de potentiel. La première correspond à une rupture réparable du diélectrique : la décharge est alors analogue à l'aigrette ; la seconde détermine une rupture complète, comme dans le cas de l'étiquette explosive ordinaire. Il semble que ce soit cette deuxième valeur du champ critique qu'on observe dans les tubes sans électrodes où l'annulation du champ par la décharge est complète.

La Convection électrique.

A la *Société Française de Physique*, M. Crémieu, dit que d'après la théorie de Maxwell, une surface plane, de largeur l, de longueur ds, se déplaçant dans son propre plan et dans le sens de ds avec une vitesse v, équivaudra, si elle est chargée électriquement, à une densité superficielle σ, à un élément courant de même longueur ds, occupant à chaque instant la même position, et dont l'intensité i serait telle que : $ids = \sigma v l ds$.

Cette surface constituera un élément de *courant de convection* devant produire tous les effets magnétiques de l'élément de courant de conduction. La réciproque de l'effet magnétique de la convection électrique serait une force pondéromotrice d'induction f agissant sur un corps portant une charge μ et placée à distance r de l'axe d'un solénoïde électromagnétique, dans lequel se produirait une variation de flux $\frac{d\varphi}{dt}$. On aurait : $f = \frac{\mu}{2\pi r}\frac{d\varphi}{dt}$. M. Rowland et quelques autres expérimentateurs ayant cru vérifier l'existence de l'effet magné-

tique de la convection électrique, il a cherché à vérifier l'existence de l'effet inverse. Il a exposé comment il était arrivé à trouver que cet effet n'existait pas, et ensuite que l'effet magnétique de la convection elle-même n'existait pas non plus, car il a pu découvrir deux nouvelles causes d'erreurs par suite desquelles on peut observer des déviations d'un système magnétique, placé au voisinage d'un corps chargé en mouvement ; ces déviations peuvent se présenter avec tous les caractères de réversibilité et sont du même ordre de grandeur que ceux attendus de l'effet magnétique de la convection. La méthode employée dans ce second cas différait sensiblement de celle de M. Rowland.

Une nouvelle série d'expériences avec un appareil basé sur un principe identique à celui de Rowland, a donné les courants de convection beaucoup plus intenses. On a pu ainsi constater les faits suivants : Un disque d'ébonite, doré suivant des secteurs isolés, chargé à une densité superficielle électrostatique de 2 à 5 C. G. S., tournant entre des plateaux fixes diélectriques recouverts de secteurs d'étain isolés les uns des autres et séparément reliés au sol, produit sur une aiguille aimantée placée parallèlement à son plan, des déviations dans le sens prévu pour la convection électrique. Mais ces déviations sont beaucoup plus faibles que celles calculées et ne suivent pas les lois qui feraient varier l'intensité des effets de la convection. De plus, elles disparaissent dès qu'on interpose, entre l'aiguille aimantée et le système disques-armatures fixes, une plaque conductrice. Elles diminuent ou disparaissent suivant que l'aiguille aimantée se trouve en face du milieu d'un secteur fixe ou en face d'une séparation entre deux secteurs. Elles disparaissent aussi si les secteurs fixes sont reliés au sol par plusieurs points symétriques par rapport à la position de

l'aiguille aimantée. Enfin elles disparaissent encore, si les secteurs d'étain sont remplacés par une couche de graphite assez conductrice pour se charger, mais trop résistante pour que des courants d'induction un peu intenses puissent y prendre naissance. Les déviations observées ne sont donc certainement pas dues à la convection électrique. Elles proviennent d'un phénomène de conduction qui se produit dans les secteurs fixes, il y existe des *courants ouverts*. Ces nouvelles expériences confirment des précédentes en ce qui concerne la non-exisence de l'effet magnétique de la convection. Toutefois, le rôle des armatures fixes, interposées entre le disque tournant et l'aiguille aimantée, ne paraissant pas très net, il a entrepris une dernière expérience dans laquelle l'aiguille sera au voisinage direct du disque, sans interposition d'autres écrans que des enveloppes diélectriques indispensables pour supprimer l'effet des mouvements de l'air.

— Pour M. A. Potier, la convection électrique ne produit pas d'effet magnétique. (*L'Eclairage électrique.*)

Oscillation électrique et Ondes aériennes.

M. Pellat a fait une expérience dont le résultat paraît paradoxal au premier abord, mais qui s'explique très facilement par les *oscillations électriques*. Deux condensateurs de capacité très inégale (une batterie de six grandes jarres et une petite bouteille de Leyde, par exemple) ont leurs armatures respectivement en communication par un inverseur qui permet d'alterner les communications. Celui-ci est monté sur colonnes d'ébonite de façon à pouvoir opérer avec des potentiels élevés. Toutes les armatures des condensa-

teurs, ou trois d'entre elles, au moins, sont isolées. Deux tiges de décharge sont placées près du petit condensateur et permettent à l'étincelle d'éclater quand la différence de potentiel des armatures devient suffisante. Si l'on vient à charger les condensateurs de façon à leur donner la moitié seulement de la charge nécessaire à la production de l'étincelle, ou même un peu moins, et qu'on vienne ensuite à intervertir les communications des armatures en faisant jouer l'inverseur, l'étincelle éclate entre les tiges de décharges. Or, on peut remarquer que, si l'étincelle n'éclatait pas, après l'inversion et l'état d'équilibre atteint, la différence de potentiel des armatures aurait diminué, puisque l'inversion fait communiquer l'armature positive de l'un des condensateurs avec l'armature négative de l'autre et *vice versa*. Malgré cela, la différence de potentiel des armatures du petit condensateur a plus que doublé à un certain moment, par suite des oscillations électriques, puisque l'étincelle éclate.

— M. Wood est parvenu à obtenir des *images d'ondes aériennes* émanant d'une étincelle électrique par l'emploi de la méthode de Töpler (*Schlierenmethode*), qui est une extension du procédé inventé par Foucault pour rendre directement visibles les défauts d'un miroir ou d'un objectif (1). Les seize photographies projetées par M. Pellin représentent, en leurs phases successives : la diffraction par un petit écran ; la formation d'un train d'ondes régulières par la réflexion sur un escalier ; la réflexion d'une onde sphérique par un miroir plan ; la réflexion par un miroir cylindrique circulaire ; deux cas de réflexion

(1) (Voir *Phylosophical Magazine*, t. XLVIII, p. 218, août 1889 et t. L, p. 148, juillet 1900 ; *Nature*, t. LXII, p. 342, 9 août 1900 et *Journal de Physique*, t. VIII, p. 627 et t. X, p. 72).

par un miroir demi-circulaire ; la réflexion par un miroir elliptique complet ; la transformation d'une onde sphérique en onde plane par un miroir parabolique ; la même transformation par une lentille pleine d'acide carbonique ; la réflexion par une surface mamelonnée avec production d'ondes paragéniques ; le passage d'une onde à travers un réseau ; la diffraction par un petit trou ; deux cas de réfraction par une surface plane ; la réfraction par un prisme d'acide carbonique et par un prisme d'hydrogéne (1). (Raveau.)

Nouveaux Galvanomètres.

— Pour faire un nouveau galvanomètre parfaitement astatique, au lieu d'avoir deux aiguilles aimantées *astatisées* l'une par l'autre, M. G. Lippmann n'emploie qu'un seule aiguille *ab* demeurant invariablement dans le plan du méridien magnétique. Le courant à mesurer passe dans deux bobines d'axe commun *ab* qui entourent respectivement les pôles *a* et *b* de l'aiguille aimantée et agissent dans le même sens, l'une repoussant, l'autre attirant l'aiguille. Un fil de cocon porte l'aiguille *ab;* il est attaché au levier d'une balance de torsion. Au moyen du tambour torseur de cette balance, on a réglé l'axe de la balance perpendiculaire à l'axe de l'aiguille *ab*. Quand le courant agit, l'aiguille *ab* se déplace parallèlement à elle-même et la Terre ne tend pas à déplacer l'aiguille ; la seule force directrice est celle de la torsion de la ba-

(1) Les clichés, mis en vente par la maison Newton et Cie de Londres, et présentés à la *Société Française de Physique*, appartiennent au Laboratoire d'Enseignement de la Physique, à la Sorbonne.

lance (1). Malgré l'emploi d'un fil de cocon, le modèle présenté par M. Lippmann est très maniable. La durée d'oscillation est d'environ une minute et l'amortissement est complet après trois oscillations. La sensibilité est proportionnelle à la longueur du bras de levier de la balance de torsion. Il faut prendre une aiguille fortement aimantée et pas trop légère. La sensibilité parait comparable à celle d'un galvanomètre Thomson. L'amortissement devient très grand quand le galvanomètre est fermé sur lui-même. L'appareil, facile à construire, est d'un emploi commode : l'orientation de l'aiguille aimantée est bien fixe, tandis que les systèmes qui sont seulement astatiques *par compensation* ont une orientation essentiellement variable.

— Galvanomètre électrodynamomètre-électromètre absolu; cet appareil, dû à M. V. Crémieu, repose sur le même principe que celui présenté par M. Lippmann, à la même Société Française de Physique, dans la séance du 17 mai; il est une modification de la balance électromagnétique de M. A.-C. Becquerel. Aux extrémités d'un fléau léger en aluminium sont suspendus deux aimants cylindriques de 6^{cm} de longueur et de 2^{mm} de diamètre; chacun des aimants pénètre dans l'âme cylindrique d'une bobine, avec 30.000 tours de fils. Le fléau repose sur une petite lame en aluminium qui est supportée par un fil de cocon non tendu; et c'est à cause de ce mode de suspension qu'on obtient une sensibilité considérable; la balance accuse, en effet, le cent-millième de milligramme, et le galvanomètre fournit une sensibilité de

(1) M. Lippmann montre que son galvanomètre est nettement différent de ceux qui sont dus à A.-C. Becquerel. La balance électromagnétique de A.-C. Becquerel est d'environ 10.000 fois moins sensible que le galvanomètre astatique de M. Lippmann.

$3,7 \times 10^8$ (Kohlrausch). En remplaçant les aimants par des bobines de mêmes dimensions, on réalisa un électrodynamomètre. En remplaçant l'un des aimants par un plateau circulaire placé dans un anneau de garde au-dessus d'un plateau fixe et disposant l'autre aimant de façon que l'action électromagnétique soit répulsive, on réalise les conditions de l'électromètre absolu de lord Kelvin. En plus des avantages d'une grande sensibilité, ce dispositif présente ceux d'un bon amortissement.

Nouvelles Piles et Perfectionnements.

Une pile électrique à dépolarisant spontanément régénérable par réoxydation directe à l'air est due à M. Georges Rosset. — Le dépolarisant de cette pile, réduit par l'hydrogène de dépolarisation, vient se réoxyder à l'air par la surface de cette pile, pendant son fonctionnement même et sans nécessiter aucune manipulation; ce dépolarisant, qui se régénère ainsi spontanément par réoxydation directe à l'air, est donc inusable. Il est constitué par du cuprate d'ammonium, qui, réduit dans la pile, devient du cuprite; celui-ci, à l'air, est ramené à l'état de cuprate, et le dépolarisant se trouve ainsi spontanément régénéré. Il est intéressant de noter que le cuprite lui-même est un oxydant, et peut dépolariser au besoin en déposant sur le pôle positif (charbon) du cuivre métallique très bon conducteur : lors d'un repos, ce cuivre se redissout et reforme finalement le cuprate primitif. La solution excitatrice, étant à base de chlorure d'ammonium, fournit de l'ammoniaque au pôle positif pendant le fonctionnement, ce qui compense les pertes inévitables du dépolarisant en ammoniaque. La diffusion du dépolarisant est évitée par l'emploi d'une membrane colloïdale

semi-perméable de ferrocyanure de cuivre obtenue par voie de précipitation chimique dans l'épaisseur de la cloison poreuse. Grâce à l'ammoniaque libre du dépolarisant, dans laquelle le ferrocyanure de cuivre est soluble, cette membrane, toujours récemment reprécipitée, se trouve entretenue à l'état colloïdal et reste ainsi semi-perméable.

D'après les essais officiels du Laboratoire central d'Electricité, faits en décharge continue sur 10 ohms, la variation dans l'intensité est de moins de un milliampère par 24 heures, pendant un mois qu'a duré l'essai. Cette variation est d'ailleurs très continue. La constance de cette pile est donc remarquable. L'usure du zinc est extrêmement régulière : le crayon de zinc devient un véritable fil. Le renouvellement du zinc et de la solution excitatrice rend à la pile son énergie première : la courbe reprend la même allure, un milliampère au-dessous de la première. Ce fait démontre l'inusabilité du dépolarisant. En bouchant le trou de respiration du dépolarisant, la force électromotrice et le débit baissent plus rapidement que d'ordinaire, et remontent quand on donne de nouveau accès à l'air. On remarquera que les deux états d'oxydation, cuprate et cuprite, sont obtenus dissous, condition indispensable à ces réactions successives de réduction et de réoxydation à l'air; que ces deux états sont de puissants oxydants presque équivalents; que les produits de la réduction, même jusqu'à l'état métallique, reviennent toujours à l'air de l'état primitif de maximum d'oxydation; que la solution excitatrice peut compenser au fur et à mesure les pertes inévitables du dépolarisant en ammoniaque; qu'enfin la composition même du dépolarisant permet d'entretenir la membrane semi-perméable qui doit éviter la diffusion à l'état colloïdal convenable. Il y a là un concours de

circonstances qui font du cuprate d'ammonium une solution particulièrement heureuse de ce problème si intéressant : dépolariser par l'oxygène de l'air, au moyen d'un intermédiaire chimique, et constituer par suite un dépolarisant inusable.

— Une nouvelle pile, la pile Cu (H^2SO_4) Pt, permet à des courants à bas voltage de passer, si on se sert du cuivre comme anode; mais si le courant est renversé, grâce à la haute polarisation, il ne passe aucun courant; si le voltage n'est pas trop grand, il s'en suit qu'une pile de ce genre peut être employée comme rectificateur des courants alternatifs à bas voltage. Cependant ceci ne constitue pas un arrangement suffisant, et il y en a un autre qui consiste en une plaque de platine platinisée, partie dans l'acide sulfurique, partie dans l'hydrogène, et un fil de platine soudé à du verre en dessous de l'acide. Le tout est renfermé dans un vase de verre. Les courants peuvent passer de la plaque de platine au fil de platine en produisant de l'hydrogène sur le fil, lequel s'échappe en forme de bulles qui rejoignent le gaz se trouvant au-dessus de l'acide; à la direction opposée, il se produit une polarisation, le fil se trouvant recouvert d'une couche d'oxygéne. On peut employer ces piles en série.

— A la *Cambridge Philological Society,* M. S. Skinner a donné dernièrement lecture d'un travail sur un équivalent électro-chimique du charbon; nous en donnons l'extrait suivant : Lorsqu'une solution de permanganate de potasse est électrolysée avec un charbon anode, 77 à 86 0/0 du gaz qui est rendu à l'état libre à l'anode se compose de dioxyde de carbone. Le volume total du gaz libéré est à peu près le même que celui de l'oxygène libéré par le même courant dans un voltamètre d'acide sulfurique étendu. Le per-

manganate reste en solution quand même, une force électrique suffisante est passée au travers la pile pour amener sa décomposition complète. L'auteur dit que l'équivalent électro-chimique du charbon est trois fois celui de l'hydrogène. On peut établir une pile avec une tige de charbon plongée dans du permanganate de potasse, et une plaque de peroxyde de plomb plongée dans de l'acide sulfurique étendu, les deux électrolytes se trouvant séparés par un vase poreux. L'E. M. F. est de 0.33 volt. et agit externement du peroyde de plomb au charbon. Dans ce système, le charbon est consumé à une température ordinaire.

— Les piles Fontaine-Atgier, décrites l'an dernier, ont été perfectionnées au point de vue de la dimension, des poids et de l'électromobilisme. Le résultat atteint est nouveau.

Un couple de *cent ampères-heures* et de dimensions 16/40 centimètres, formé de piles à excitations multiples, ne pèse que 10 kilos 600, répartis de la façon suivante :

Vase extérieur en tôle étamée.....	0 kil. 950
Chapeau intérieur maintenant le vase poreux.....	0 kil. 090
Vase poreux en carton et à carcasse perforée.....	0 kil. 300
Couvercle avec le charbon et le zinc qui s'y trouvent suspendus, ainsi que les bornes-frises du courant.....	1 kil. 000
Cinq litres de lessive de soude à 36°, pesant 1.200 grammes le litre.....	6 kil. 000
5/3 de litre de mon liquide spécial.....	2 kil. 260
Total.....	10 kil. 600

Cinquante de ces couples ayant une résistance intérieure de 0,01 ohm (un centième de ohm) fournissent sur un moteur *approprié :*

Soit 2 chevaux pendant 5 heures à 20 ampères,
Soit 3 chevaux pendant 3 heures à 30 ampères,
Soit 4 chevaux pendant 2 heures à 40 ampères.

Les derniers essais du même auteur seraient encore plus importants : ses piles avec trois litres de liquide pour cent ampères ne pesant que 7 kilos.

— La facilité d'installation d'une pile, un maniement commode et pratique, très utilisable pour la mise en marche de moteurs, de ventilateurs, pour la recharge des accumulateurs, l'allumage des moteurs à gaz et à pétrole, mais surtout pour les petits éclairages domestiques,... sont des avantages attribués *(Inventions Illustrées)* à la *pile Eureka;* elle se charge comme bien d'autres avec du bichromate et de l'acide sulfurique, et un liquide spécial pour le vase poreux, le zinc reste trempé dans le liquide et n'use pas à circuit ouvert, ce qui fait qu'elle est toujours prête à fonctionner. Deux modèles ont été établis sur ces données : Le petit modèle donne environ 60 heures de lumière, il est très pratique pour une chambre à coucher, une antichambre, une cabine téléphonique, des cabinets d'aisance, une cave. Il sera très utile à tous ceux qui font de la photographie pour éclairer leur chambre noire; pour des éclairages de 3 à 4 heures continues, la charge revient à 0,20 par élément. Il est tout indiqué aussi pour tous les endroits où il serait imprudent de s'éclairer avec une lampe ordinaire : pharmacie, dépôt de pétrole, d'essence, d'alcool, etc. Le grand modèle est établi pour des éclairages de plus longue durée, pour recharger des accumulateurs, actionner des petits moteurs, ainsi que pour l'allumage des moteurs à gaz ou à pétrole. Sa charge revient à 0,60 par élément et peut fournir une moyenne de 180 heures de lumière. Comme toutes les piles au bichromate de potasse, la force électro-motrice est de 2 volts, et sur les lampes on ne compte que sur 1 volt 6 d'utilisable. Son intensité en court circuit est variable

suivant son usage : le petit modèle donne de 8 à 15 ampères, et le grand modèle de 14 jusqu'à 30 ampères, s'il doit servir à charger des accumulateurs ou à actionner des moteurs.

— Dans les piles au bichromate Lagarde, un cadre mobile qui se meut verticalement supporte de petites lames de charbon, alignées parallèlement sur des tiges en cuivre, ce sont les électrodes positives de la batterie; il y a deux séries de charbon par élément, et les séries de charbon soutiennent entre elles un vase de poterie poreuse percé de trous et contenant du mercure dans le bas. Ce vase poreux est absolument indépendant et sert de récipient à l'électrode négative, simple lame de zinc du commerce qui s'amalgame d'elle-même pendant le travail chimique, le mercure montant le long de la feuille de zinc. Les éléments d'une même batterie sont montés en tension. Le courant va d'un élément à l'autre à l'aide de fils conducteurs roulés en spires.

Chaque élément composé de deux électrodes positives et d'une électrode négative plonge dans un récipient en verre, muni d'un siphon qui permet l'évacuation (dans un bac de vidange) du liquide épuisé, et dispense de déplacer les vases en verre, même pour les nettoyer. Le liquide employé, à la fois excitateur et dépolarisant, se prépare dans un vase quelconque de poterie et est ainsi composé :

Eau.....	8 litres.
Acide sulfurique du commerce.	2 —
Bichromate de soude.....	800 grammes.

L'alimentation se fait en versant le liquide directement dans chacun des éléments. La mise en marche de la pile se fait en introduisant un peu de liquide neuf et en abaissant le cadre mobile. Le rendement est de 30 ampères-heures par élément pour un litre de

liquide et de 30 grammes de zinc, ce qui donne comme dépense 0 fr. 20 centimes.

Le calcul établi donne comme prix de revient de l'éclairage direct un centime par heure et par bougie.

— Pour *utiliser de façons différentes* la source d'électricité dont on dispose, on associe les pôles de même nature ou les pôles de noms contraires, suivant qu'on désire réunir, en une seule, les quantités fournies par chaque élément (tension, surface ou batterie) à leur force électromotrice (série) ou combiner la quantité ou la force électromotrice (association mixte). En général cette transformation délicate, si l'on tient à assurer de bons contacts, exige une durée de manipulation assez longue, sauf pour les accumulateurs où un commutateur permet depuis longtemps, un changement immédiat. Avec la batterie de piles au bichromate de M. Boulay, les transformations s'y font immédiatement : toutes les vices de serrage sont supprimées et remplacées par des boutons de cuivre d'une forme particulière : les fils métalliques reliant entre eux les pôles différents ou de même nature sont remplacés par des lames de cuivre étamé à échancrures appropriées aux emplacements successifs qu'elles doivent occuper. Cinq de ces lames sont placées à demeure sur le bâti intérieur ; elles emploient leur point d'attache comme pivot et servent, complétées par six autres lames mobiles, à toutes les combinaisons. Pour opérer ces transformations, un simple effort du doigt a permis de faire glisser la lame qui abandonne le pôle contraire à celui auquel elle est reliée et vient rejoindre le pôle de même nature de l'élément voisin. Cette opération, répétée cinq fois, et celle qui consiste à mettre en place la lame unique reliant tous les zincs du dispositif ne demandent que quelques secondes.

Un bâti mobile, actionné par un treuil, porte six échancrures correspondant à celle des charbons et permettant de sortir les zincs pour les réamalgamer ou les remplacer.

Un taquet, fixé à un pivot, force, lorsqu'il est tourné vers le sol, l'extrémité des éléments à séjourner dans des vases contenant le liquide. Ces vases peuvent néanmoins être retirés quand le taquet est placé horizontalement et le treuil complètement remonté. Pour atténuer la polarisation, l'auteur conseille d'ajouter au liquide classique 10 grammes de bisulfate de mercure par élément.

Nouveaux accumulateurs.

Le cadmium est depuis longtemps employé. D'après les *Inventions illustrées* Edison aurait trouvé un accumulateur au cadmium, pratique, sans eau ni acide sulfurique. Le Dr R. Gahlde Hayen le trouve trop faible et M. Kennery en nie l'existence.

Le cadmium assez analogue au zinc, dans les alliages, apporte de la ductilité au plomb et à l'étain, en abaissant le point de fusion, tandis qu'il forme des composés cassants avec l'or, le platine et le cuivre. Ce sont presque exclusivement ces alliages qui entrent en emploi. Edison, pour adopter le cadmium dans son nouveau procédé, n'a eu qu'à parcourir toute la gamme des métaux.

Entre les éléments de cadmium et de cuivre il place de minces feuilles d'amiante humectées avec l'électrolyte, liquide employé dans les batteries pour produire l'action chimique voulue. Ces batteries contiennent 10 pour 100 d'une solution de soude caustique, et il ne faut, avec la nouvelle méthode, que très peu

de liquide, tandis que les batteries d'ancien modèle en absorbent considérablement. Les avantages du nouvel accumulateur sont inappréciables et peuvent se résumer comme suit : moins de dépenses, plus de légèreté, possibilité de décharger jusqu'à zéro volt, ce qui ne peut se faire avec les batteries actuelles. Le double d'énergie avec le même poids. Point de dégâts, qui sont le grand vice des batteries antérieurement existantes. Maniement aussi facile qu'auparavant. Plus grande résistance aux chocs qui n'affectent jamais les circuits, tandis qu'avec les anciennes batteries le moindre heurt avait toujours pour conséquence le court circuit. Le cadmium à l'état très finement divisé, fibreux et très pur s'obtient par l'électrolyse d'une faible solution de sulfate de cadmium entre un mince fil de platine comme anode, en faisant usage d'un fort courant. Le cuivre est réduit en poudre extrêmement fine en traitant le carbonate par l'hydrogène. Cette poudre de cuivre est versée sous une légère pression dans des « blocs » minces qui s'emboîtent exactement dans les poches ou réservoirs. Les plaques sont ensuite chauffées dans un compartiment six ou sept heures à 200 degrés centigrades maximum jusqu'à ce qu'il se produise un oxyde de cuivre. Celui-ci alors est transformé en métal par l'électrolyse et changé en oxyde de cuivre rouge en chargeant.

— Le syndicat Edison aussi préconise cette année le couple fer et nickel : une grille d'acier de $0^{mm},610$ d'épaisseur, fenêtrée de 24 longues ouvertures rectangulaires, constitue la plaque. Dans chaque fenêtre on a logé de petites boîtes, assez semblables aux boîtes à sardines, recouvertes d'un couvercle et perforées d'une masse de petites ouvertures, l'électrolyte arrive ainsi jusqu'à la matière active, et le gaz a toute liberté pour se

dégager. Ces boîtes sont en acier nickelé de $0^{mm},075$ d'épaisseur et c'est dans leur intérieur qu'est disposée la matière active ; cette matière affecte la forme de briquettes, et est constituée par une agglomération de fer très divisé, avec un mélange de lamelles de graphite. Ce dernier, sans utilité chimique, n'a d'autre but que d'augmenter la conductibilité du bloc. La plaque ainsi préparée est soumise à une pression hydraulique de 100 tonnes, qui lui donne une épaisseur de $2^{mm},50$. Même disposition pour la plaque +, seulement les briquettes sont de suroxyde de nickel, comprimée à 300 kilos. On a séparé les électrodes par des feuilles d'ébonite troué, et on les a alignées dans une cuve de tôle, pleine d'une solution de soude, dont la teneur va de 10 0/0 à 40 0/0. L'accumulateur fonctionne ainsi d'une façon bien simple : à la charge, l'électrolyte se décompose, le courant marchant du nickel au fer, amène le fer à l'état de poudre, et l'oxygène va au nickel. A la décharge, le travail est inversé, l'oxygène quitte le nickel et va oxyder le fer. Les électrodes foisonnent à la charge pour reprendre à la décharge le volume premier. A fin de charge, la force électromotrice est de 1,5 volt et à fin de décharge de 1 volt. Charge et décharge demandent chacune de 1 à 3 heures. La moyenne du voltage en décharge est de 1,10 volt pour un débit de 0,93 ampère par décimètre carré. Edison prétend qu'on peut indifféremment charger son accumulateur à l'envers ou laisser les électrodes à l'air sans risques de détérioration du couple, il sera suffisant de donner, dans le bon sens, un courant prolongé. Sa puissance en énergie est de 30,85 watts-heures par kilo ; la quantité de liquide est de 14 0/0 du poids des électrodes ; la sulfatation serait évitée ; il serait, en rendement, supérieur de 25 p. 0/0 au Hulmez et garderait comme électrolyte 14 0/0 du poids des électrodes

au lieu de 10 0/0 du plomb, mais il est plus cher!

Le *nouvel accumulateur à ammoniaque* (Système Korda et Leblanc) peut servir à la traction des véhicules sur route et des bateaux. A la même température, les tensions de dissociation des solutions aqueuses d'ammoniaque sont moindres que la tension de vaporisation de l'ammoniaque anhydre. On peut donc produire du travail en faisant évaporer l'ammoniaque anhydre et en le faisant travailler dans une machine à vapeur; l'échappement de celle-ci aboutissant au-dessus d'un réservoir rempli d'eau. L'évaporation de l'ammoniaque anhydre absorbe de la chaleur, mais sa solution dans l'eau en dégage une quantité sensiblement égale, si bien qu'il suffit de mettre en relation thermique le réservoir d'ammoniaque qui jouera le rôle de condenseur pour que la température demeure constante. Pour recharger le réservoir d'ammoniaque, il suffira d'enlever à l'eau du réservoir le gaz qu'elle a absorbé et on comprimera celui-ci dans une autre où il se liquéfiera au contact de tubes refroidis par l'eau. Cette eau arrive froide et libre d'ammoniaque dans le condenseur, s'y charge d'ammoniaque, puis pénètre dans la chaudière et dégage sous pression l'ammoniaque absorbée dans le condenseur par cette ammoniaque. Un échangeur de chaleur bien isolé sert à réchauffer la solution ammoniacale, qui va du condenseur à la chaudière.

Un *nouvel accumulateur électrique*, breveté par la Société Crépet, Ratignier et Dumoulin est caractérisé par la construction particulière de ses électrodes, lesquelles sont essentiellement composées d'une âme ou support intérieur en matière isolante et inattaquable aux acides (ébonite, celluloïd), sur lequel sont enroulés ou appliqués des fils, des lames ou des plaques de

plomb pur qui constituent la matière active de l'accumulateur. Le support en matière isolante a pour but de donner à l'électrode, sous un faible poids, une rigidité qui empêche sa déformation sous l'influence du foisonnement; il a encore pour but de servir à l'accouplement et à l'isolement des électrodes qui constituent un élément et à maintenir de l'intérieur à l'extérieur les oxydes qu'on pourrait appliquer sur le métal actif de l'électrode. — Le *Progress* est à treillis.

Un procédé de MM. Franz Bartels et Paul Benda, pour la fixation chimique de la *pâte active* pour pouvoir les charger de fort courant, est caractérisé en ce que, sans emploi d'eau distillée, on ajoute aux oxydes de plomb de l'acide d'éruca, dilué dans l'alcool, à l'état dissous, en formant avec le mélange une pâte plastique qui, après avoir été introduite dans les treillis, châssis, etc., sèche rapidement et est immédiatement prête à fonctionner.

Un autre *accumulateur électrique*, a été breveté par M. Henri de Lamïnière; il comporte trois organes seulement: un bac cylindrique en verre, grès ou ébonite, — une électrode positive et une électrode négative. L'électrode positive est formée par une forte tige centrale, en plomb antimonié, servant de connexion; cette tige constitue l'axe d'un cylindre résultant de la superposition de grilles également en plomb antimonié, fondu, possédant chacune un certain nombre d'alvéoles. Dans leur superposition par tranches horizontales, et garnies d'une pâte composée de minium et d'acide sulfurique, lesdites grilles donnent aux alvéoles une section en queue d'aronde sur deux côtés: d'où impossibilité matérielle aux pastilles d'oxyde, ainsi serties, de se détacher. Toutes ces grilles sont maintenues en contact les unes avec les autres au

moyen de la tige centrale, qui fait office de boulon et que l'on serre à force à l'aide d'un écrou ou par soudure. L'électrode négative est constituée par une série de grilles en forme d'anneaux, également en plomb antimonié fondu, ayant chacune des alvéoles contenant des pastilles de litharge et placées horizontalement les unes sur les antres. De même que pour l'électrode positive, ces grilles s'appliquent les unes sur les autres de manière à donner aux alvéoles une section en queue d'aronde sur deux côtés, et à ménager entre elles un écartement convenable. Le tout est maintenu rigide par trois boulons en plomb antimonié fondu. L'électrode positive est complètement entourée par l'électrode négative. La séparation des deux électrodes est assurée par des tiges ou tubes en verre ou en ébonite, et en outre, les deux électrodes sont isolées du fond du vase logeur par un procédé analogue.

— Les *accumulateurs disposés spécialement pour l'éclairage portatif et la traction*, par M. Lagarde, sont robustes, plutôt légers, de volume restreint et d'une grande capacité, et cela grâce à la suppression presque complète de l'électrolyte et son remplacement par un isolant solide entre les plaques positives et négatives. Dans le genre d'accumulateurs dits à pâte rapportée, le liquide qui baigne de toutes parts les électrodes n'a certes pas le rôle important que l'on croit, il pare seulement aux pertes dues aux dégagements gazeux et à l'évaporation, le liquide qui humecte intérieurement la pâte travaille seul aux transformations chimiques utiles. Ce sont ces principes qui ont guidé la construction des accumulateurs Lagarde. Les électrodes sont constituées par des bandes de plomb, formant âme, sur lesquelles on applique la matière active, le tout enfermé dans des sacs de tissu particu-

lier. Ce tissu de qualités diverses est fin, perméable au passage du courant, et malgé ça très résistant aux acides ; il est enfin souple et se prête bien, sans se déchirer, à la dilatation de la matière active. On accote et on maintient serrées les unes contre les autres un certain nombre d'électrodes négatives et positives ainsi constituées, et cela au moyen de bagues de caoutchouc, sans interposition de liquides entre les plaques. C'est ce tout qui forme un élément des accumulateurs qu'on place dans un récipient de verre ou d'ébonite, d'une contenance telle qu'il n'y ait qu'un millimètre ou deux de vide entre les électrodes et la paroi du vase, de façon qu'il n'entre dans l'élément que la quantité de liquide strictement nécessaire pour entretenir l'humidité de la matière active. Grâce à ces dispositions, pas de court-circuit, les électrodes positives et négatives étant séparées par une substance solide ; de plus elles sont moins exposées à se déformer, la composition de la matière active sur l'âme en plomb s'exerce mieux. La réunion de toutes les électrodes en un seul bloc forme une masse solide, compacte, insensible aux chocs et aux trépidations. L'absence presque complète de liquide supprime un bon tiers du poids.

— Un nouveau procédé de fabrication de plaques de plomb poreux pour accumulateurs, dû à Richard Bauer (brevet allemand 115.605 ; 26 janvier 1900, l'*Eclairage électrique*, 9 février 1901), consiste à traiter non le plomb fondu par un jet de gaz ou de vapeur, mais une matière qui, par contact avec le métal fondu, se volatilise et se répand dans la masse pendant son refroidissement. On utilise, à cet effet, le soufre qui a en outre la propriété de se combiner au plomb en sulfure ; ce sulfure, décomposé par l'acide chlorhydrique

étendu, laisse un plomb également poreux. Pratiquement, on opère de la façon suivante : on chauffe les deux parties du moule à plaques et on y introduit un peu de soufre fondu, de sorte qu'après refroidissement les parois sont tapissées d'une croûte de soufre. On coule alors rapidement le plomb chauffé au rouge : le soufre se vaporise, et se répandant dans la masse, donne à celle-ci sa porosité. Après refroidissement, la plaque démoulée est composée de plomb, de sulfure de plomb et d'un excès de soufre ; celui-ci est enlevé par un lavage à l'eau ; puis la plaque est traitée par l'acide sulfurique étendu qui décompose le sulfure. La plaque ainsi obtenue en plomb extrêmement poreux, peut être employée comme plaque d'accumulateur, elle peut aussi servir à la filtration des acides.

Compteurs et Fréquencemètres à courants alternatifs.

M. P. Janet présente à la *Société Française de Physique,* un assez grand nombre de nouveaux *compteurs*, ayant figuré à l'Exposition universelle, principalement pour courants alternatifs. Il fait à ce sujet un exposé des diverses méthodes que les électriciens ont imaginées pour réaliser dans la construction des compteurs d'électricité la condition fondamentale : couple moteur proportionnel à la puissance à mesurer et couple résistant proportionnel à la vitesse (celle-ci donnée, dans tous les compteurs présentés à la Société, par un disque métallique tournant entre les branches d'un aimant). Suivant la manière de réaliser le couple moteur, les compteurs se classent en deux groupes :

1° Compteurs moteurs du type Thomson, comprenant deux circuits, l'un fixe, l'autre mobile (pouvant

servir aussi dans le cas des courants continus). M. P. Janet rappelle rapidement le principe de ces compteurs bien connus et donne quelques indications sur les artifices employés pour éviter, dans le cas des courants alternatifs, l'erreur résultant du décalage dû à la self-induction du circuit à fil fin (par exemple, emploi d'une spire en court-circuit placée dans la bobine à gros fil).

2° Les compteurs à champ tournant. On réalise ici un *champ elliptique tournant* (analogie optique) en superposant deux champs rectangulaires alternatifs d'amplitude H et H' décalés d'un angle φ, par le moyen de deux circuits, l'un à gros fil, l'autre à fil fin. Ce champ elliptique tournant équivaut à deux champs tournants ordinaires d'intensités inégales lesquelles tendent à entraîner en sens opposés un conducteur de révolution, mobile autour de l'axe commun. La différence des deux couples, que l'on calcule facilement par un raisonnement géométrique, est le couple moteur de l'appareil ; il est proportionnel à $HH' \sin \varphi$. Le circuit à gros fil fournit H proportionnel à l'intensité du courant ; on s'arrange de manière que le champ H' du circuit à fil fin soit proportionnel à la force électromotrice alternative et *en quadrature* avec celle-ci. Alors la vitesse de rotation du conducteur placé dans le champ elliptique tournant est proportionnelle à la puissance à mesurer. — On a imaginé bien des procédés pour obtenir le décalage de $\frac{\pi}{2}$ entre H' et la force électromotrice. M. P. Janet indique les ingénieuses solutions représentées par les compteurs : *Hartmann* et *Braun ; Raab ; Hummel ; Batault.*

M. P. Janet passe ensuite aux *Compteurs spéciaux aux courants triphasés* en imaginant, par exemple, un

montage *en étoile*. Il fait au tableau le diagramme des divers vecteurs à considérer et classe les compteurs pour courants triphasés suivant les trois types de formules par lesquelles on peut exprimer la puissance P, savoir :

$$P = e_1 i_2 - e_2 i_1 \text{ (notations bien connues)},$$
$$2\,P = i_1(e_3 - e_2) + e_1(i_2 - i_3),$$
$$3\,P = (i_1 - i_3)(e_3 - e_2) - (i_2 - i_3)(e_3 = e_1).$$

Dans tout compteur triphasé à champ tournant, il y a deux systèmes tournants montés sur le même arbre, entraînés par des couples respectivement proportionnels à chacun des deux termes du second membre des formules précédentes. M. P. Janet présente la solution fournie par les compteurs *Siemens* et *Halske, Hummel, Schuckert ;* dans le cas le plus général des courants triphasés à quatre fils, il est nécessaire d'employer une équation plus générale que les précédentes : certains compteurs (*Aron, Thomson*) s'appliquent à ce cas.

— Dans les *compteurs à paiement préalable* à l'introduction de la première pièce, le commutateur s'arme ; dès lors le compteur enregistre le débit d'électricité consommée, le but de l'introduction successive des pièces est de retarder le déclanchement du commutateur, et voici comment : Une roue à rochet commandant un levier d'échappement est fixée sur l'axe de la roue-poulie, et ce levier est lui-même commandé par un électro-aimant placé au-dessus ; lorsque le débit d'électricité correspondant à une pièce est achevé, le courant traverse cet électro-aimant et attire le levier d'échappement (le contact d'un commutateur quelconque placé sur l'appareil enregistreur détermine le passage du courant dans l'électro-aimant). Quand il se soulève, le levier dégage une dent de la roue à ro-

chet, ce qui tend à ramener à sa position initiale la roue-poulie; dès que cette roue a repris cette position initiale, le commutateur est désarmé, nous avons donc utilisé toute l'électricité que nous avons *placée préalablement.*

— MM. Ch. E. Clarke et Caryl D. Haskins ont présenté à l'*American Institute of electrical Engineers* un petit *indicateur* simple de *variation de la fréquence* des courants alternatifs. Il consiste en deux bobines disposées à angle droit et montées en dérivation sur la différence de potentiels alternative dont on veut mesurer la fréquence. Dans le circuit de l'une des bobines est montée une simple résistance ohmique, dans le second est intercalée une bobine de self-induction. Dans le champ créé par ces deux bobines est placé un morceau de fer doux pouvant tourner autour d'un axe passant par le diamètre commun aux deux bobines et portant une légère aiguille indicatrice se déplaçant devant un cadran gradué. L'équipage mobile bien équilibré est absolument mobile sur son axe et n'est soumis à aucune force directrice que celle résultant de l'action des deux bobines à angle droit au milieu desquelles il est placé. L'apareil ressemble ainsi à un ohmmètre. Il prend une position d'équilibre déterminée pour chaque fréquence, par suite des différences d'action des deux bobines dont l'impédance est fonction de la fréquence. En modifiant les proportions de l'appareil, on règle sa sensibilité de façon qu'elle soit maxima au voisinage de la fréquence normale pour laquelle l'appareil est établi. Les indications sont indépendantes de la différence de potentiel alternative sur laquelle l'appareil est branché, car les intensités augmentent proportionnellement dans les deux bobines.

Voltmètre et Ampèremètre à champ magnétique réglable.

M. Menges, de la Haye, a imaginé un galvanomètre genre Deprez-d'Arsonval, qu'on peut disposer soit en ampèremètre, soit en voltmètre, dont le champ magnétique est réglable. Pour cela, le système mobile tournant autour d'un axe horizontal, l'ensemble des deux armatures de fer doux, rendues solidaires par des joues en cuivre, peut aussi osciller d'une très petite quantité autour d'un axe horizontal, qui est loin de passer par le centre de gravité; de cette façon, l'ensemble des armatures penche légèrement d'un côté, sous l'action de la pesanteur, si l'aimant placé horizontalement au-dessus n'a pas la force de le soulever. Or, au-dessus des pôles de l'aimant se trouve placée une déviation magnétique formée par une pièce de fer doux qui, par une vis, peut s'approcher ou s'écarter plus ou moins des pôles. On conçoit qu'en réglant la position de cette pièce de fer doux on puisse arriver à faire que l'ensemble des armatures soit juste à la limite où son poids est équilibré par l'attraction de l'aimant. A ce moment, quelle que soit l'intensité d'aimantation de celui-ci, l'induction magnétique qui traverse les armatures de fer est toujours la même, car la force soulevante ne dépend que de l'induction; il en est de même de l'intensité du champ dans l'entrefer. Quoique l'auteur se propose de perfectionner notablement dans les détails cet instrument, tel qu'il est, on obtient, à moins de 1 0/0 près, le même champ avec des aimants dont l'intensité d'aimantation varie de 50 0/0.

Transformateur à haut voltage et à survolteur cathodique.

M. Paul Villard a imaginé un transformateur construit par la maison Carpentier et donnant 50.000 volts efficaces pour 110 volts primaires (circuit magnétique fermé). Le circuit secondaire est coupé par deux condensateurs faisant corps avec l'appareil et limitant le débit, ce qui permet de mettre les bornes de l'appareil en court-circuit sans inconvénient et écarte tout danger. Les bornes sont reliées par une *soupape cathodique*, qui absorbe l'une des alternances, ne laissant subsister qu'une différence de potentiel à peu près égale à celle que donne le courant inverse d'une bobine de Ruhmkorff. L'autre alternance, pour laquelle la soupape est infranchissable, est utilisée sous forme d'étincelle ou autrement. Ce dispositif présente la particularité remarquable de survolter l'alternance disponible. En l'absence de la soupape, les étincelles ne dépassent pas 9 à 10 centimètres entre boules, sauf accidentellement, à l'instant du démarrage. Avec la soupape, l'étincelle qui subsiste atteint, pour une capacité convenable des condensateurs, 18 centimètres entre boules et 24 centimètres entre pointes. En disposant deux groupes de condensateurs en dérivation sur le secondaire, on peut alimenter séparément deux appareils indépendants et avoir ainsi deux sources électriques distinctes de puissances égales ou différentes, en concordance ou en opposition de phase suivant le sens des soupapes ou encore alternatives.

— M. Guillaume a fait aussi fonctionner un *coupe-circuit* construit par la Compagnie Française d'Appa-

reillage électrique et consistant en une spirale d'acier-nickel réversible, retenue en place par un aimant aussi longtemps qu'elle est magnétique et quittant sa position lorsqu'elle cesse d'être magnétique. Dans le modèle présenté, le courant est interrompu dès qu'il atteint $0^{amp.}3$; on le rétablit instantanément en ramenant la spirale au contact de l'aimant.

Nouveau Balai pour Dynamos

Les dynamos, les électro-moteurs et toutes autres applications en général peuvent utiliser un balai de genre différent des modèles actuels, et M. Isidore Landauer a pris un brevet à ce sujet. *(Bulletin International de l'Electricité.)*

Les balais employés jusqu'à présent pour recueillir le courant électrique et qui sont constitués par des feuilles métalliques laminées ou martelées, ou par des faisceaux de feuilles métalliques ou de tissus métalliques, présentent l'inconvénient d'engendrer de grands frottements entre le collecteur de la dynamo ou de l'électro-moteur et l'extrémité du balai qui s'applique sur le colleeteur, car le laminage et le martelage ne permettent pas de réaliser des feuilles métalliques aussi minces qu'on pourrait le désirer pour le but poursuivi. Les frottements ont pour conséquence une usure non seulement très forte, mais encore très irrégulière, des surfaces de frottement; la surface du collecteur reçoit des stries ou des rayures qui sont la cause d'une diminution dans la quantité de courant recueillie par le balai, et il se produit, par suite, un échauffement très préjudiciable de l'inducteur. Le nouveau genre de balai, objet de la présente invention, remédie à ces inconvénients; ce balai est formé

par des feuilles composées de cuivre obtenu par un dépôt électrolytique; ces feuilles sont donc en métal de la plus grande pureté possible et leur épaisseur est réduite à vingt centièmes de millimètre, voire même à quinze centièmes de millimètre, avantage qu'il est matériellement impossible de réaliser par un autre moyen. On plie ces feuilles de cuivre électrolytique à la largeur que doit avoir le balai, — puis on superpose plusieurs de ces feuilles ainsi pliées et autour de deux de ces couches de feuilles, qui doivent avoir l'épaisseur à donner au balai, on enroule plusieurs fois une feuille pareille qui doit constituer en même temps une gaine protectrice, — finalement on soude cette dernière feuille au joint longitudinal en vue d'une réunion solide des deux couches de feuilles. Un paquet constitué de cette sorte et composé d'un très grand nombre de feuilles extrêmement minces en cuivre électrolytique pur, s'adapte partout uniformément sur le collecteur; le frottement du balai sur ce dernier est très faible et le balai ne subit qu'une usure insignifiante; il polit la surface du collecteur, sa durée est très grande et il assure une prise de courant toujours uniforme et absolument sûre.

Nouvel Indicateur de terre.

Les indicateurs de terre employés au début étaient formés d'un transformateur et d'une lampe : on reliait par un bout à la ligne le primaire du transformateur, l'autre bout se reliait à la terre. Le plus ou moins d'importance des défauts sur la ligne primaire était signalé, mais d'une façon approximative, par la lampe placée dans le circuit secondaire; mais la valeur vraie de l'isolement était marquée, parce que le

courant de capacité des lignes était le plus souvent suffisant pour éclairer la lampe.

L'indicateur de terre Thomson-Houston supprime ces inconvénients et arrive exactement à donner l'isolement cherché. La construction est celle d'un voltmètre électrostatique; on le monte de la même manière sur le tableau de distribution; quatre cadrans rigides fixes et une lame montée sur un axe qui porte une aiguille constituent l'appareil; l'aiguille se meut devant un cadran gradué; on relie à la terre les deux cadrans inférieurs de l'électromètre; quant aux cadrans supérieurs, on les relie respectivement à deux des conducteurs à haute tension. La lame influencée de l'aiguille constitue l'équipage mobile, lequel est légèrement équilibré, de telle sorte que, normalement, il se tienne au milieu de l'échelle, au zéro. La lame mobile, ainsi que cela a lieu dans tous les appareils électrostatiques, tend à une position de capacité maxima; si les lignes n'accusent aucun défaut, l'aiguille reste à la situation du plus petit chemin entre les cadrans positif et négatif, ce qui revient à dire : entre les cadrans supérieurs, les cadrans inférieurs reliés à la terre étaient neutres; mais dès qu'un défaut surgissait sur l'une des lignes, la neutralité des cadrans inférieurs cesse, le système perd son équilibre et la lame mobile dévie alors du côté tout opposé à la ligne défectueuse. Il est à noter, remarque importante, qu'on n'a aucun accident à redouter dans le mouvement de l'équipage mobile, celui-ci étant complètement isolé, tant des lignes que de la terre. Nombre de ces indicateurs marchent à 10.000 volts, sans qu'il se soit présenté quoi que ce soit de dangereux et de défectueux. On pourrait, si on le voulait, employer deux de ces indicateurs de terre quand on a affaire aux circuits triphasés, mais il serait certainement préférable de se

servir de l'indicateur de terre spécial pour circuit triphasé. Il est plus pratique et réunit ingénieusement une combinaison tout à la fois symétrique et concentrée à trois indicateurs simples; s'il n'y a aucun défaut sur le réseau, les trois aiguilles regardent le centre du système; si une ligne accuse un défaut, les deux aiguilles voisines et adjacentes voyagent du côté du segment qui est situé à la ligne en défaut; que si deux des phases sont touchées par un défaut, l'aiguille intermédiaire à leurs segments vire dans la direction en défaut le plus considérable, et les deux autres aiguilles varient aussi du côté des segments qui sont en relation avec les lignes en défaut.

Gyroscope électromagnétique.

Un *champ tournant* peut être obtenu par jeu des forces élémentaires qu'on retrouve dans tous les mouvements rotatoires naturels ou artificiels, c'est-à-dire à des répulsions ou à des attractions s'exerçant suivant la ligne qui joint les centres actuels lorsqu'ils agissent les unes sur les autres (Lontin et Wilfrid de Fonvielle, 1880); il peut se constituer à l'aide de la bobine Masson-Ruhmkorff.

Le champ tournant électromagnétique, dit M. W. de Fonvielle, l'un des auteurs, est produit, soit par un disque, un cylindre ou une étoile horizontale de fer doux reposant sur un pivot vertical placé sous l'influence simultanée d'un champ magnétique permanent et d'un solénoïde traversé par le courant secondaire d'une bobine Masson-Ruhmkorff. La position la plus avantageuse pour l'axe de rotation du disque est à la plus courte distance de l'axe de l'aimant permanent et de l'axe du solénoïde lorsque ces

deux axes sont perpendiculaires l'un à l'autre. Pour obtenir un effet plus énergique, on donne au solénoïde la forme rectangulaire, mais cette forme n'est pas du tout indispensable. Que l'on place le mobile sur le cadre, dans l'intérieur du cadre ou sous le cadre, la rotation se produit dans le sens qu'indique la théorie d'Ampère. La disposition la plus simple pour que la rotation se voit de loin est celle que M. Radiguet a adoptée. L'aimant est placé sous le cadre et le disque horizontal à sa partie supérieure. Pour aider à compter le nombre de tours dès que la vitesse devient grande, un secteur a été coloré en blanc. L'appareil est susceptible de donner des indications fort précises si l'on emploie un chronomètre pour évaluer le nombre de secondes nécessaires pour que le disque tourne assez vite pour atteindre une couleur uniforme. Le sens de la rotation change lorsqu'on intervertit l'ordre des pôles de l'aimant ou le sens du courant. On peut promener le mobile le long des joues pour le placer plus particulièrement sous l'action des deux pôles ou pour le répartir également sans qu'il cesse de tourner. Si l'on donne à l'axe de l'aimant une direction parallèle à l'axe du cadre, la rotation s'arrête complètement. Plus l'axe s'approche de cette direction, plus le mouvement se ralentit. Si l'on connaît la force du courant de la bobine, l'appareil peut servir à déterminer celle de l'aimant, et *vice versa*.

CHAPITRE II

ÉLECTRO-CHIMIE

Amalgamation des zincs de piles. — Arc électrique et céruse. — Fabrication électrique du carborundum. — Cuivrage électrique. — Four électrique et phosphore. — Préparation électrolytique du phosphore. — Purification électrolytique de la glycérine. — Préparation électrolytique du gaz des ballons. — Soudure du verre au métal. — L'électricité et la teinture.

Amalgamation des Zincs des Piles électriques.

Pour amalgamer les zincs des piles électriques, l'*Elektrotechnische Zeitschrift* recommande le moyen suivant : Préparer une solution presque saturée de sulfate mercurique neutre dans l'eau et y ajouter la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour opérer complètement la dissolution. Puis mélanger cette solution avec de l'acide oxalique, afin d'obtenir une masse grisâtre ayant la consistance d'une crème, ajouter alors un peu de sel ammoniacal. Il suffira ensuite d'enduire les zincs de cette mixture, après quoi de les frotter fortement. Les zincs amalgamés de cette façon résistent mieux aux acides et aux sels que ceux qui sont amalgamés par le procédé ordinaire.

L'Arc électrique et Céruse.

M. E. Bailey, de Ousgate, comté de York, produit directement le blanc de plomb de ce métal à l'état brut au moyen d'un arc électrique. On tient le métal en fusion et comme l'appareil est complètement clos, l'ouvrier qui opère est à l'abri de tout danger. Le métal qui doit être volatilisé par l'arc électrique est soumis à l'action, pendant l'opération, de vapeurs gazeuses qui produisent du carbonate de plomb ou tout autre composé qu'on voudra obtenir. Les vapeurs produites sont refoulées dans des chambres étendues de canevas et de toiles fines. La poudre fine du blanc de plomb tombe sur les toiles et les vapeurs non condensées passent au travers des canevas placés au-dessus, ce qui évite de moudre, ainsi que le lavage, le séchage et bien d'autres inconvénients du procédé actuel. Il y a double économie de temps et de matières premières. On compte en tout, même en tenant compte du prix du combustible, sur une économie de 50 0/0. Ce procédé est breveté dans les pays étrangers.

Fabrication électrique du Carborundum.

Ce corps, non fusible à la plus haute température qu'on puisse obtenir, insoluble dans tous les dissolvants ordinaires, est composé du même nombre d'atomes de carbone et de silicium, et en poids contient 30 parties de carbone pour 70 parties de silicium. Le carborundum pur est de couleur blanche, bien que dans la fabrication industrielle on obtienne des cristaux de toutes nuances et de toutes couleurs, parmi

lesquels prédominent le vert, le noir et bleu. Le carborundum brut, tel qu'il sort du four électrique, consiste généralement en grandes masses ou agrégats de cristaux; on obtient le carborundum granulé en désagrégeant et en broyant le carborundum brut, en le traitant avec un acide et le divisant, au moyen de tamis, en grains de grosseurs différentes.

Les matières premières pour la fabrication du carborundum, au Niagara, sont : le sable, le coke et la sciure de bois. Une partie du coke est réduite en morceaux d'une certaine grosseur, afin de servir de conducteur dans le four électrique, tandis qu'une autre partie est réduite en une poudre fine qui doit servir pour faire le mélange dont le four sera chargé.

Le mélange est composé de 60 0/0 de sable de grès pur (contenant 99 0/0 de silice) et de 40 0/0 de coke. On ajoute une certaine quantité de sel brut, ainsi qu'une quantité de sciure de bois suffisante pour rendre le mélange poreux, aussitôt que cette dernière se sera consumée dans l'opération du four. Les fours sont construits en briques posées sans lien et ont la forme d'une caisse oblongue, mesurant 22 pieds × 7 pieds × 5 pieds 1/2. Les extrémités sont construites très solidement et ont une épaisseur d'environ 2 pieds, et au centre de chaque extrémité se trouve une électrode formée de 35 charbons, mesurant 4 pouces carrés de section et 30 pouces de longueur. Les extrémités extérieures des charbons sont disposées dans un carré en fer, auquel est vissée une plaque percée de trous à travers lesquels passent de courtes tiges de cuivre de 3/8 de pouce, dont chacune s'adapte exactement dans des trous percés aux extrémités des charbons. Chaque plaque extrême est pourvue de quatre barres de cuivre, d'une épaisseur de 5/8 de

pouces sur 4 pouces de largeur, saillant latéralement, auxquelles sont boulonnés les câbles transmetteurs du courant. On élève d'abord les parois latérales du four à une hauteur d'environ 4 pieds et celui-ci est alors rempli du mélange de coke, de sable, de sel et de sciure de bois jusqu'à un peu plus de la moitié de cette hauteur. On creuse alors dans ce mélange une tranchée semi-circulaire, d'un rayon de 10 pouces 1/2, s'étendant d'un bout à l'autre du four, et on place dans cette tranchée une mèche de grains de coke qui mesurent de 1/4 à 3/8 de pouce de diamètre, l'extrémité inférieure de la mèche se trouvant un peu au-dessus du niveau de la rangée inférieure de charbons. Une mèche neuve exige environ 1.000 livres de coke, et lorsque cette quantité a été mise dans la tranchée, on en arrondit le sommet, de façon à donner à la mèche une forme cylindrique. Cette opération terminée, on a un cylindre de coke de 21 pouces de diamètre sur 14 pieds de longueur, s'étendant à travers le centre du four.

On élève alors les murs en brique à leur hauteur définitive qui est d'environ 5 pieds et le mélange est accumulé autour de la mèche et amoncelé jusqu'à une hauteur d'environ 8 pieds au-dessus du sol de la chambre du four.

A partir de ce moment, le travail de transformation du mélange en carborundum est entièrement accompli par le courant électrique, qui est fourni par la *Niagara Falls Power Company*, à une force électromotrice de 2.200 volts. Celle-ci, naturellement, est trop intense pour le but qu'on se propose et ce courant est d'abord transformé dans les usines de carborundum par un transformateur d'une force de 1.100 chevaux environ, qui le réduit de 2.200 volts à 185 seulement. Au moyen d'un régulateur, on peut faire varier la

force électromotrice du courant ainsi transformé de 250 à 100 volts. Le courant est conduit au four par deux conducteurs en cuivre, ayant une surface de section de 8 pouces carrés chacun, tandis que de gros câbles relient les conducteurs principaux aux plaques qui sont sur les bornes du four. Pendant la première demi-heure aucun changement apparent ne se manifeste dans le four; mais, après trois ou quatre heures d'action du courant, les parois latérales et le sommet du four sont enveloppés de gaz oxyde de carbone en combustion.

Au bout de quatre ou cinq heures, le sommet du four s'affaisse et il se forme des fissures d'où il s'échappe des vapeurs jaunes de sodium. Au bout de trente-six heures, le courant est interrompu et on laisse refroidir le four, dont la température est supposée être entre 6.000° et 7.000° F. Les parois latérales sont enlevées et le mélange extérieur qui n'a pas été modifié par la violente chaleur est râclé jusqu'à ce que la croûte externe du carborundum amorphe soit atteinte. Celle-ci est détachée, découvrant une croûte intérieure de carborundum amorphe et, après que celle-ci a été enlevée à son tour, le carborundum cristallisé est mis à nu.

La section transversale d'un four à carborundum présente à ce moment un aspect remarquable. Au centre se trouve la mèche de coke qui a perdu son aspect cristallin et constitue maintenant du carbone pur, les impuretés ayant toutes été éliminées par la violente chaleur produite dans le four. Autour de la mèche est une couche cylindrique de 10 à 12 pouces d'épaisseur, composée de cristaux de carborundum magnifiquement colorés, le produit d'un seul feu étant d'environ 4.000 livres. Extérieurement à celle-ci se trouve une couche relativement mince de 3 pouces

d'épaisseur, qui constitue la couche interne de carborundum amorphe, et au delà de celle-ci se trouve une croûte externe de carborundum amorphe qui se termine brusquement dans le mélange non modifié. Plusieurs fours constituent une batterie, mais un four seulement fonctionne à la fois, exigeant la totalité de l'intensité d'un courant de 1.000 chevaux pendant trente-six heures.

Les cristaux de carborundum sont alors portés aux machines à broyer, puis la matière est mise dans de grands réservoirs doublés de plomb et traités pendant trois jours pour en faire disparaître les impuretés, par de l'acide sulfurique dilué. Au sortir des bacs circulaires, elle passe à une grande auge où elle est lavée avec de l'eau pour enlever le carborundum en poudre fine qui est entraîné par ce liquide dans le bac de dépôt. Là, on a des poudres fines qu'on lave, puis mélange avec du kaolin et du feldspath. On en fait du papier ; il polit comme le diamant,... — (*Inventions Illustrées.*)

Cuivrage et Métallisation électrolytique.

Le procédé pour la *fonte* a été breveté par M. E. Dessolle. L'objet bien nettoyé est recouvert d'une mince couche électrolytique dans un bain alcalin, puis on fait disparaître toutes les inégalités de la surface et on fait une deuxième opération électrolytique suivie d'une troisième dans un bain acide de sulfate de cuivre. M. Dessole anime le liquide d'un mouvement de rotation très intense afin de permettre d'utiliser de grandes densités de courant (jusqu'à 10 ampères par décimètre cube de cathode) et le dépôt adhère encore très bien. De plus, pour obtenir un mouvement ascensionnel du

liquide, on fait écouler l'électrolyte par la partie supérieure dans une cuve à l'aide d'une pompe ; puis il retourne à la cuve électrolytique par des tubes enroulés autour de l'objet à cuivrer et percés de trous. L'électrolyte jaillit par les trous percés dans ces tubes contre la surface de l'objet à cuivrer et empêche ainsi l'hydrogène de se déposer en bulles. Pour les deux premières opérations de cuivrage dans un bain alcalin, M. Dessole chauffe le bain à l'aide d'un serpentin de vapeur placé dans la cuve intermédiaire où l'on fait passer le liquide pour lui donner un mouvement ascensionnel dans la cuve électrolytique (1).

Pour donner aux *coques de navires* une mince couche protectrice de cuivre aux Etats-Unis, couche de cuivre de moins d'un demi-millimètre d'épaisseur, ce qui suffit pour empêcher presque complètement tous les effets destructeurs de l'eau de mer, on fixe, au point de la paroi du navire qu'il s'agit de protéger, un bac plat rempli du liquide électrolytique. Une électrode en cuivre, disposée dans ce bac, joue le rôle de pôle positif, tandis que le navire, convenablement relié au générateur électrique constitue le pôle négatif. Le bain est maintenu, trois jours durant, en un même point, car ce laps de temps est nécessaire pour obtenir une enveloppe uniforme de l'épaisseur voulue ; ensuite on transporte le bac au point suivant. Un navire soumis

(1) M. Paul Malherbe vient de publier, dans la *Revue de Physique et de Chimie*, une étude intéressante sur la *coloration des métaux*. On peut colorer les métaux usuels et leurs alliages : le fer, l'acier, la fonte, le cuivre, le laiton, le bronze, par plusieurs procédés que l'on peut ranger en cinq catégories principales. Procédé par oxydation (chaleur, agents chimiques), par sulfuration, par dépôt d'un métal ou d'un composé non oxydable, par dépôt d'une couleur et d'un vernis et par *électrolyse*.

à ce traitement n'est presque plus attaqué, paraît-il, par les coquillages, les algues et autres parasites marins.

Pour avoir des *tissus imperméabilisés* au cuivre notamment, on emploie la formule Schlomann et de Castro, brevet anglais basé sur un procédé électrique : on plonge quelque temps le tissu dans une cuve qui contient une solution de sulfate de cuivre, de zinc, de nickel ou d'un autre métal (une dissolution d'une partie de sulfate de nickel et une partie d'ammoniaque donne d'excellents résultats). On laisse imprégner largement le tissu, puis on le passe entre deux cylindres qui chassent l'excès de liquide ; on l'étale ensuite sur une table métallique qui est en communication avec le pôle négatif d'une dynamo : au-dessus du tissu, en guise presse, est une plaque métallique communiquant avec le pôle positif. On comprend qu'ainsi la dissolution est électrolysée et laisse déposer entre les fibres du tissu une gaine métallique. Cette enveloppe de métal cuirasse la fibre, la soustrait à l'action destructive de l'air, et assure d'une part son incombustibilité et d'autre part son imperméabilité absolue.

— On peut cuivrer galvaniquement pour remplacer les *capsules*, ce qui a l'avantage de fermer plus hermétiquement les bouteilles de Champagne, vins ou liquides divers. Le goulot, enduit de plombagine conductrice, est plongé dans un bain galvanique. La caisse qui le renferme porte un couvercle en bois paraffiné, percé, comme une planche à bouteilles, de trous coniques dont la surface est recouverte d'une feuille de cuivre formant anneau. Tous les anneaux sont reliés entre eux par des feuilles de cuivre et en communication avec le pôle négatif d'une dynamo, tandis que le

pôle positif est relié à une plaque de cuivre placée au fond du bain (1).

— Dans des sols chlorurés, les *conduites d'eau* et de *gaz*, au voisinage des fils de trolleys, s'électrolysent et se piquent au dessous des rails : dépôt de fer, de chlorure de fer...

— Inversement, l'électrolyse peut servir au *décapage* des métaux, à leur *analyse quantitative*, à *l'épuration des jus sucrés* (production d'ozone, *in citée*, 1893).

Four électrique et Phosphore.

Vers 1881, Siemens présenta son creuset électrique où il avait opéré la fusion de bien des substances jusqu'ici réputées réfractaires. Son appareil a été depuis considérablement amélioré, grâce aux progrès réalisés en électricité, notamment par H. Moissan. M. Moissan a ainsi obtenu la fonte de niobium. Le carbure de calcium, dû au même savant, est plus facilement fabriqué, avec des fours continus ou discontinus. M. Macholske, chimiste américain, avança expérimentalement que du phosphate de chaux brut on pouvait extraire le phosphore jaune, au moyen de l'arc

(1) M. E. Mies d'Heidelberg, d'après ce que relate la *Revue technique*, a imaginé un procédé curieux en principe, pour produire des *dépôts métalliques* sans avoir recours à un courant électrique extérieur. Dans un bain bouillant contenant le sel du métal à déposer, il plonge un métal plus électro-négatif, et il ajoute un sel d'un métal plus électro-positif (manganèse, aluminium, magnésium, zircone, calcium, etc.); c'est ce sel qui doit produire, avec le métal immergé dans le bain, un courant électrique qui déterminera la séparation du métal dissous électro-positif. C'est le principe qui permet de déterminer le cuivre de certains légumes de conserve : si l'on y introduit un fil de fer, la pile locale qui se forme, si l'on a employé du cuivre, fait que ce dernier se porte sur le fer.

électrique, qui développe au sein d'un four spécial des températures qu'on n'avait pu produire jusqu'à ce jour. Cette réaction se produit dans un creuset de dimension assez considérable pour contenir 70 kilos de phosphate de chaux. Sa paroi est en charbon garni de magnésie calcinée, d'argile réfractaire et de borax. On alimente le four de phosphate par son sommet. L'électrode supérieure est fixée également au sommet par un dispositif spécial, tandis que la 2e électrode traverse le four à la base. Des câbles relient les électrodes et apportent l'énergie; la température s'élève en 5 minutes à 3,800°, décompose la matière, les vapeurs phosphorées viennent se condenser sous l'eau, pendant que les impuretés sous forme de scories sirupeuses coulent par un conduit latéral. Le phosphore est extrait en presque totalité, il n'en reste guère que 1 0/0. Le phosphore condensé est traité ensuite par le bromure de sodium qui réduit le phosphore rouge sans toucher le phosphore jaune. Le produit final est un bâtonnet moulé, blanc et transparent. Le phosphore ainsi obtenu ne contenait pas plus de 0,70 à 0,75 le kilo, ce qui constituerait un avantage considérable pour la préparation en grand de l'acide phosphorique.

Préparation électrolytique du phosphore.

Les appareils employés ordinairement pour la préparation électrolytique du phosphore présente cet inconvénient grave qu'après chaque opération, il est indispensable de se débarrasser des résidus et de procéder à un nettoyage complet avant de pouvoir opérer sur de nouvelles quantités de matières à traiter. Les appareils Parker, Robinson et Readman, les plus employés, rentrent dans cette catégorie; ils opèrent sur le phosphate pur ou mélangé à du sable ou à du charbon et donnent des résultats satisfaisants, mais ils ne

permettent pas d'éviter la complication signalée plus haut. L'appareil de Dile, breveté en Allemagne, fonctionne, au contraire, d'une façon continue, sans autre manipulation que l'introduction, après l'épuisement de la matière traitée, d'une nouvelle quantité des substances à décomposer : acide phosphorique mélangé à du coke ou à du charbon de bois. Le résidu est insignifiant, et le procédé donne une économie notable de travail, de force employée et de matière première, tout en permettant d'obtenir, sans danger, aucun des résultats plus satisfaisants. L'appareil de Dile est d'une commodité extrême. Il se compose essentiellement d'un récipient cylindrique muni d'une fermeture hermétique livrant seulement passage à l'électrode négative et à l'orifice d'un entonnoir pour l'addition des matières à traiter. Le fond du cylindre est formé par l'électrode positive en charbon. Une roue de manœuvre fixée sur la tige filetée supportant l'électrode négative permet d'amener cette dernière à la position convenable en la déplaçant dans le sens vertical. L'intensité du courant est indéterminée, et dépend seulement de la capacité de l'appareil et de l'agencement des électrodes. Ordinairement, l'acide phosphorique est concentré à 60 ou 70° B ; on le mélange 1/4 ou 1/5 environ de son poids de poudre de charbon grossière, et le tout est introduit à chaud dans l'électrolyseur. La tension la plus avantageuse est celle de 120 volts, avec un courant de 80 à 150 ampères. Aussitôt que la plus grande partie de l'acide phosphorique est décomposée, on interrompt pour un instant le courant, et on introduit une nouvelle quantité du mélange à décomposer. La préparation continue ainsi indéfiniment, sans évacuation des résidus et sans nettoyage fréquent de l'appareil.

(*L'Electricien*).

Purification électrolytique de la Glycérine.

La glycérine fait maintenant l'objet d'une fabrication et d'une industrie chimique si importante qu'il est bon de signaler une méthode de purification de cette substance recommandée par *Chemiker Zeitung*. Il s'agit de recourir à l'électrolyse, et comme la glycérine contient normalement des sels variés de sodium et de potassium, on commence par la traiter avec des réactifs convenables pour obtenir par substitution les sels les plus faciles à électrolyser. Puis on effectue l'opération d'électrolyse, et pour cela on forme l'anode avec des cylindres ou des plaques de charbon ou encore d'un sulfure ou d'un métal, suivant la nature des sels qu'il faut séparer. La cathode est faite uniformément d'une couche de mercure. On envoie alors à travers l'électrolyte un courant suffisant pour décomposer les sels, mais incapable d'agir sur l'eau ou la glycérine ; l'alcali se dissout dans le mercure, et le constituant négatif du sel décomposé est séparé ou entre dans des combinaisons qui l'amènent finalement à se précipiter. Le chlorure se sépare sur l'anode avec les sulfates, l'acide sulfurique mis en liberté étant neutralisé par une base et cela fournit des sels insolubles ou des combinaisons avec le métal de l'anode.

Préparation électrolytique du Gaz des ballons.

La fondation du service aérostatique du camp d'Alderhost, en Angleterre, remonte à un quart de siècle. L'hydrogène nécessaire aux exercices des ballons mi-

litaires y a été, jusqu'ici, préparé par l'action de l'eau acidulée avec l'acide sulfurique sur le zinc. L'hydrogène ainsi obtenu revient fort cher. Il coûte plus que celui qui est préparé avec le fer, mais il est plus sûr parce que le fer est toujours allié avec des matières étrangères, telles que le charbon et l'arsenic dont la présence est nuisible. Le charbon se combine avec l'hydrogène naissant et produit un hydrogène carboné dont la densité est plus grande que celle de l'hydrogène. Quant à l'arsenic, il est encore plus gênant, car il se transforme en hydrogène arsenié qui est un gaz toxique, et qui produit souvent la mort des aéronautes. Un accident récent a malheureusement démontré la nocuité du gaz ainsi préparé. Non seulement le gaz produit par l'électrolyse est plus pur et par conséquent plus léger, mais il ne coûtera rien au War Office, c'est un simple rendu de fabrication. En effet, l'usine ne produit pas seulement de l'hydrogène, mais encore de l'oxygène.

Les deux éléments de l'eau sont, bien entendu, recueillis séparément pour ne pas se recombiner ; on les renferme dans des gazomètres spéciaux pour les utiliser à part. L'hydrogène sert à gonfler les ballons ; quant à l'oxygène les usages en sont nombreux ; dans les hôpitaux, pour les inhalations ; dans les salles de conférences, pour les projecteurs à gaz oxydrique ; dans la métallurgie, pour la fusion du platine. Les gaz produits par l'électrolyse sont repris dans le gazomètre par une machine de compression et renfermés dans des tubes en acier sous des pressions allant jusqu'à 200 atmosphères, les tubes sont de divers modèles, suivant l'usage auquel on les destine et la plupart sont employés pour le service d'aérostation militaire : ils sont alors très longs, de manière que quatre hommes puissent les porter à l'épaule. On trouve à

l'Etablissement d'Aldershot des milliers de ces tubes, dont un grand nombre ont fait le voyage de l'Afrique australe et sont revenus à Aldershot au moins une fois pour se remplir.

Les dimensions de ces tubes permettent d'évaluer leur contenance à chacun une trentaine de mètres cubes de gaz, de manière qu'une douzaine suffisent pour gonfler un ballon captif en baudruche susceptible d'emporter dans l'air deux observateurs à une altitude de 600 mètres. Il est facile de comprendre que le War Office pourrait très facilement se faire le fournisseur de tous les aéronautes, car le chargement d'un ballon de 1.000 mètres pourrait avoir lieu avec une vingtaine de tubes que porterait facilement un tracteur du genre de celui qui fonctionne à Aldershot. Pour que cette nouvelle industrie électrique pût s'établir, il fallait un concours de circonstances qui se trouvent réunies là-bas et que rien n'empêche d'établir partout où l'éclairage électrique s'est grandement développé, et ces endroits ne manquent plus, en France ou ailleurs ; ils peuvent ainsi permettre à un service aérostatique de disposer d'un grand nombre de dynamos qui, pendant la journée, ne servent à rien. Il est facile de les utiliser alors à la décomposition électrolytique de l'eau qui demande une grande quantité d'énergie électrique. En effet, un ampère-heure ne produit qu'un dégagement d'environ cinq litres par seconde, de sorte que pour obtenir un dégagement de 100 mètres cubes à l'heure, il faudrait produire 20.000 ampères-heures.

La séparation ne se fait bien que si les mêmes électrodes ne servent point à une décomposition très active, aussi le bac où se produit la décomposition à Aldershot, a-t il reçu des proportions considérables. C'est un parallélipipède ayant pour base un carré de

trois à quatre mètres de côté et d'un mètre cube environ de hauteur contenant plusieurs mètres cubes d'eau acidulée. Du plafond, on voit tomber une foule de fils, dont chacun est le siège d'une production spéciale de gaz. Les produits ainsi obtenus se réunissent tous dans les gazomètres en double voltamètre gigantesque, positif ou négatif, selon qu'il s'agit d'oxygène ou d'hydrogène.

Soudure du verre au métal.

C'est là une opération que l'on a souvent à faire pour les appareils de laboratoire, dit la *Nature*, et qui réussit du reste tout aussi bien quand il s'agit de souder de la porcelaine. Elle consiste essentiellement à recouvrir la surface du verre d'un véritable revêtement métallique, sur lequel on peut ensuite opérer une soudure métallique. Si, par exemple, il s'agit d'un tube de verre, on le chauffe légèrement, dans la partie à souder, et on l'enduit au pinceau de chlorure de platine bien neutre mélangé d'huile essentielle de camomille ; on fait évaporer lentement cette essence, et quand les vapeurs blanches ont cessé de se produire, on élève la température au rouge sombre ; le platine se réduit et forme un enduit métallique brillant. On place le tube dans un bain de sulfate de cuivre, on le réunit au pôle négatif d'une pile, et on obtient rapidement un dépôt de cuivre sur le revêtement de platine. Dès lors le tube de verre peut être traité comme un véritable tube métallique, et soudé, au moyen de l'étain, au fer, au cuivre, au platine, et généralement à tous les métaux qui se soudent à l'étain.

L'Électricité et la Teinture.

D'après une étude de M. Sunderland, publiée dans le *Journal de la Société des Teinturiers*, voici quelques-unes des conditions auxquelles doit satisfaire la cuve électrolytique de teinture : Les électrodes doivent être, non pas en métal, mais en carbone ou en biscuit de porcelaine, ces matières devenant actives en se saturant de l'électrolyte ; elles doivent être aussi voisines que possible l'une de l'autre ; le tissu doit passer entre elles sur toute sa largeur ; elles doivent être lisses, cylindriques, et tourner librement. Certaines combinaisons diazo sur tissus de coton sont décomposées par un courant de 24 à 40 volts et 5 ampères après 5 secondes d'action, et, en développant, les parties ainsi traitées restent décolorées. L'action est plus complète quand on ajoute un sel de sodium, chlorure, nitrate ou chlorate, à la solution dont sont imprégnés les tissus. On peut, de cette manière, obtenir des nuances nouvelles ; ainsi la rosaniline donne des rouges et des bruns, la satranine des rouges et des bleus foncés, le cyanol des bleus foncés après traitement par un phénol ou par la soude, les thiotoluidines donnent une série intéressante de nuances. Les effets de moiré sur tissus de coton s'obtiennent au moyen d'une électrode positive formée par une feuille de platine recouverte d'une matière absorbante saturée d'une solution de sel ordinaire. Le tissu est placé sur cette feuille et une plaque gravée suivant le dessin à imprimer, constitue l'électrode négative. En faisant passer le courant électrique, le sel se décompose et le dessin se reporte sur le tissu. La presse à chaud électrique de Schreihage utilise

l'électricité comme agent de chauffage. Ses plateaux sont en matière isolante dans laquelle sont noyés les fils de chauffage, aboutissant à deux bornes extérieures.

CHAPITRE III

ÉCLAIRAGE

Lumière Tesla. — Phares. — Nouvelles fontaines lumineuses. — Nouvelles lampes. — Bougies d'allumage. — Éclairage électrique des wagons.

La Lumière Tesla.

Le Dr L. Caze (*Rev. intern. d'électrothérapie*, mars-avril) expose la nouvelle lampe Tesla : c'est un grand tube de verre recourbé en spirale ou de tout autre forme, présentant une surface d'éclairage de 750 centimètres carrés à 10 décimètres carrés, ne renfermant autre chose qu'un gaz raréfié à un degré déterminé et doué d'une bonne conductibilité et recouvert à ses deux bouts d'une enveloppe métallique et de crochets pour attacher le tube. Le courant électrique est pris dans la rue et traverse un oscillateur électrique de très haute fréquence qui communique ses mouvements au gaz raréfié du tube, par l'intermédiaire de ses armatures métalliques, et fait vibrer ses molécules avec une telle rapidité qu'ils engendrent de la lumière,

sans devenir incandescents, donc sans produire de chaleur sensible. Depuis plusieurs années Tesla se sert de ces lampes sans qu'elles n'aient subi ni changement ni dommage, car elles ne contiennent rien qui se consume. Pendant le jour, la lumière Tesla n'est guère perceptible, mais la nuit elle éclaire brillamment les pièces où les lampes sont placées. D'après l'inventeur, cette lumière produit les mêmes effets que celle du soleil et serait extrêmement hygiénique pour les appartements; elle détruirait les germes morbides, tout comme la lumière solaire, guérirait beaucoup de maladies, surtout les maladies nerveuses, améliorerait la vue et ozoniserait l'atmosphère, et cette ozonisation pourrait être graduée selon les besoins. L'installation des lampes Tesla est très facile, le transformateur ou oscillateur pouvant être placé dans les sous-sols, d'où l'on conduit le courant dans les pièces à éclairer; les lampes peuvent être actionnées dans la plupart des cas *sans fil*. Cette « lumière froide » serait appelée non seulement à faire disparaître le gaz, mais encore les lampes électriques actuelles (?) La lampe sans fil est à la fois très économique et hygiénique au premier chef.

Phares.

Le 3e facteur de la puissance lumineuse, les 2 premiers étant l'éclat intrinsèque de la source et la surface de la lentille ou du réflecteur, réside dans le rendement de l'optique employée, lequel n'est jamais égal à l'unité. Bien entendu, la bonne construction de l'optique et la valeur des diverses parties des appareils ont une importance considérable. Pour montrer le progrès réalisé, il nous suffira de dire que les anciennes optiques de phares électriques ne possédaient en moyenne que l'éclat de 450 becs Carcel par centimètre carré,

tandis que plus récemment et notamment au phare d'Eckmühl, on a obtenu 900 carcels, la source restant la même.

Nos côtes ont donc les phares les plus puissants qui aient été établis jusqu'ici : La puissance du phare électrique d'Eckmühl dépasse, en effet, 3 millions de becs Carcel, correspondant à une portée de 55 milles par temps moyen, et qui atteint 133 milles marins par un temps clair. La puissance électrique dépensée dans ce ce phare correspond à 7,5 chevaux seulement. Il n'est pas sans intérêt de citer, ici, le phare de Sainte-Catherine, à l'ile de Wight, l'un des plus brillants de la côte anglaise, qui consomme une énergie électrique 3 fois plus forte pour obtenir une puissance 5 fois plus faible qu'à Eckmühl.

Nouvelles fontaines lumineuses.

Gaston Tissandier en a obtenu avec le soleil et l'eau ; l'électricité et l'eau les produisent facilement, mais les voici sans eau avec M. Trouvé.

On dirait vraiment une lanterne à projections verticales plutôt qu'une fontaine ; un cylindre de tôle supporte une certaine quantité de lampes à incandescence ; le fond de ce cylindre, surélevé suffisamment au-dessus de sa base, comporte en son centre une ouverture par où passe le tuyau d'une soufflerie. Une façon de cloche renversée faite de toile métallique et coiffée d'une cheminée termine le faîte du cylindre C'est dans cette cloche que sont logés les projectiles. La pression considérable développée par l'air quand la soufflerie est mise en action chasse ces projectiles à une grande hauteur par la cheminée, d'où ils retombent en forme de pluie. Pour réaliser complètement l'illusion, M. Trouvé a logé la fontaine dans une vasque d'étoffe

verte, on augmente ou on diminue à volonté l'étendue de la pseudo-nappe d'eau par une série de légères baguettes de bambou qui rayonnent autour du cylindre et sur lesquels est tendue l'étoffe verte. Cette vasque sert en même temps de réceptacle pour les projectiles qui en retombant roulent vers le centre, dégringolent dans la cloche et sont à nouveau projetés dans l'air.

M. Lippmann n'a pas cru déroger à sa gravité scientifique en présentant à l'Académie des sciences cette très bizarre fontaine où rien ne fait défaut, sauf l'eau.

Nouvelles Lampes.

Dans l'*Electricien,* nous relevons que la Société *Allgemeine Elektricitœts* de Berlin vient de construire un nouveau type de sa lampe Nernst, qu'elle a baptisé le modèle A et qui est destiné surtout, en fournissant une source lumineuse d'intensité moyenne, à remplacer les groupes de lampes à incandescence. La nouvelle lampe, construite pour des tensions de 100 et de 200 volts, peut être alimentée aussi bien par un courant continu que par des courants alternatifs. Le brûleur donne plus de trois cents heures de service en moyenne, sans qu'on ait à le renouveler et il peut être remplacé très facilement. On le retire de son support en desserrant une vis. Quand on veut remplacer un brûleur, il n'est pas possible de confondre les différents conducteurs, car les fils ne s'adaptent qu'aux places qui leur conviennent. En ce qui concerne l'économie que permet de réaliser ce nouveau modèle de lampe Nernst, le constructeur a fourni le calcul suivant : Modèle A, 100 watts (environ 65 bougies). Remplace 4 lampes à incandescence de 16 bougies. En admettant que l'énergie électrique coûte 0 fr. 6875

le kilowatt-heure et que l'on ait six cents heures d'éclairage chaque année, les frais de fonctionnement de 4 lampes à incandescence à filament de charbon s'élèvent à 85 fr. 25 et avec la lampe Nernst à 46 fr. 25 (1).

Modèle A, 200 watts (environ 135 bougies). Remplace 8,5 lampes à incandescence de 16 bougies.

Si le prix de l'énergie électrique est toujours de 0 fr. 6875 par kilowatt-heure et que l'on ait 600 heures d'éclairage chaque année, les frais de fonctionnement de 8,5 lampes à incandescence à filament de charbon s'élèvent donc à 181 fr. 15 et avec la lampe Nernst à 87 fr. 50 (2).

Comme base des calculs on a pris les lampes à incandescence consommant 50 watts pour 16 bougies, mais attendons les résultats de l'usage courant.

(1) 4 lampes consomment $\frac{280 \times 600 \times 0 \text{ fr. } 6875}{1000} = 82$ fr. 50

Remplacement de 3 lampes à 0 fr. 6875 = 2 fr. 75

Total..... 85 fr. 25

Lampe Nernst :

$\frac{100 \times 600 \times 0 \text{ fr. } 6875}{1000} = 41$ fr. 25

Remplacement de 2 brûleurs à 2 fr. 50 = 5 fr.

Total..... 46 fr. 25

Economie réalisée dans une année = 39 fr. = 45,75 0/0.

(2) 8,5 lampes usent $\frac{425 \times 600 \times 0 \text{ fr. } 6875}{1000} = 175$ fr. 30

Remplacement de 8,5 lampes à 0 fr. 6875 = 5 fr. 85

Total..... 181 fr. 15

Lampe Nernst :

$\frac{200 \times 600 \times 0 \text{ fr. } 6875}{1000} = 82$ fr. 50

Remplacement de 2 brûleurs à 2 fr. 50 = 5 fr.

Total..... 87 fr. 50

Economie réalisée dans une année = 93 fr. 65 = 51,7 0/0.

Purification électrolytique de la Glycérine.

La glycérine fait maintenant l'objet d'une fabrication et d'une industrie chimique si importante qu'il est bon de signaler une méthode de purification de cette substance recommandée par *Chemiker Zeitung*. Il s'agit de recourir à l'électrolyse, et comme la glycérine contient normalement des sels variés de sodium et de potassium, on commence par la traiter avec des réactifs convenables pour obtenir par substitution les sels les plus faciles à électrolyser. Puis on effectue l'opération d'électrolyse, et pour cela on forme l'anode avec des cylindres ou des plaques de charbon ou encore d'un sulfure ou d'un méta[illegible] suivant la nature des sels qu'il faut séparer. La [illegible]thode est faite uniformément d'une couche de mer[illegible]re. On envoie alors à travers l'électrolyte un couran[illegible]ffisant pour décomposer les sels, mais incapable [illegible] sur l'eau ou la glycérine ; l'alcali se dissout dans [illegible]ercure, et le constituant négatif du sel décomposé [illegible]paré ou entre dans des combinaisons qui l'am[illegible]nalement à se précipiter. Le chlorure se sépar[illegible]de avec les sulfates, l'acide sulfurique mis [illegible] étant neutralisé par une base et cela fourni[illegible] insolubles ou des combinaisons avec le [illegible] l'anode.

Préparation électrolytique du Gaz [illegible] ballons.

La fondation du service aérostatique du ca[illegible] derhost, en Angleterre, remonte à un quart d[illegible] L'hydrogène nécessaire aux exercices des ba[illegible]

litaires y a été, jusqu'ici, préparé par l'action de l'eau acidulée avec l'acide sulfurique sur le zinc. L'hydrogène ainsi obtenu revient fort cher. Il coûte plus que celui qui est préparé avec le fer, mais il est plus sûr parce que le fer est toujours allié avec des matières étrangères, telles que le charbon et l'arsenic dont la présence est nuisible. Le charbon se combine avec l'hydrogène naissant et produit un hydrogène carboné dont la densité est plus grande que celle de l'hydrogène. Quant à l'arsenic, il est encore plus gênant, car il se transforme en hydrogène arsenié qui est un gaz [illegible]que, et qui produit souvent la mort des aéronautes. Un accident récent a malheureusement démontré la nocuité du gaz ainsi préparé. Non seulement le gaz produit par l'électrolyse est plus pur et par conséquent plus léger, mais il ne coûtera rien au War Office [illegible] un simple rendu de fabrication. En effet, [illegible] produit pas seulement de l'hydrogène, mais [illegible] oxygène.

[illegible]ments de l'eau sont bien entendu, re[illegible]ent pour ne pas se recombiner ; on les [illegible] gazomètres spéciaux pour les uti[illegible]ogène se[illegible] gonfler les ballons ; [illegible] sont nombreux ; dans [illegible]ons ; dans les salles de [illegible]teurs à gaz oxydrique ; [illegible] fusion du platine. Les [illegible] sont repris dans le gazo[illegible]ompression et renfermés [illegible] des pressions allant jus[illegible]ubes sont de divers [illegible]n les destine et la plu[illegible]e d'aérostation [illegible] manière [illegible]aule. [illegible]

l'Etablissement d'Aldershot des milliers de ces tubes, dont un grand nombre ont fait le voyage de l'Afrique australe et sont revenus à Aldershot au moins une fois pour se remplir.

Les dimensions de ces tubes permettent d'évaluer leur contenance à chacun une trentaine de mètres cubes de gaz, de manière qu'une douzaine suffisent pour gonfler un ballon captif en baudruche susceptible d'emporter dans l'air deux observateurs à une altitude de 600 mètres. Il est facile de comprendre que le War Office pourrait très facilement se faire le fournisseur de tous les aéronautes, car le chargement d'un ballon de 1.000 mètres pourrait avoir lieu avec une vingtaine de tubes que porterait facilement un tracteur du genre de celui qui fonctionne à Aldershot. Pour que cette nouvelle industrie électrique pût s'établir, il fallait un concours de circonstances qui se trouvent réunies là-bas et que rien n'empêche d'établir partout où l'éclairage électrique s'est grandement développé, et ces endroits ne manquent plus, en France ou ailleurs ; ils peuvent ainsi permettre à un service aérostatique de disposer d'un grand nombre de dynamos qui, pendant la journée, ne servent à rien. Il est facile de les utiliser alors à la décomposition électrolytique de l'eau qui demande une grande quantité d'énergie électrique. En effet, un ampère-heure ne produit qu'un dégagement d'environ cinq litres par seconde, de sorte que pour obtenir un dégagement de 100 mètres cubes à l'heure, il faudrait produire 20.000 ampères-heures.

La séparation ne se fait bien que si les mêmes électrodes ne servent point à une décomposition très active, aussi le bac où se produit la décomposition à Aldershot, a-t il reçu des proportions considérables. C'est un parallélipipède ayant pour base un carré de

trois à quatre mètres de côté et d'un mètre cube environ de hauteur contenant plusieurs mètres cubes d'eau acidulée. Du plafond, on voit tomber une foule de fils, dont chacun est le siège d'une production spéciale de gaz. Les produits ainsi obtenus se réunissent tous dans les gazomètres en double voltamètre gigantesque, positif ou négatif, selon qu'il s'agit d'oxygène ou d'hydrogène.

Soudure du verre au métal.

C'est là une opération que l'on a souvent à faire pour les appareils de laboratoire, dit la *Nature*, et qui réussit du reste tout aussi bien quand il s'agit de souder de la porcelaine. Elle consiste essentiellement à recouvrir la surface du verre d'un véritable revêtement métallique, sur lequel on peut ensuite opérer une soudure métallique. Si, par exemple, il s'agit d'un tube de verre, on le chauffe légèrement, dans la partie à souder, et on l'enduit au pinceau de chlorure de platine bien neutre mélangé d'huile essentielle de camomille ; on fait évaporer lentement cette essence, et quand les vapeurs blanches ont cessé de se produire, on élève la température au rouge sombre ; le platine se réduit et forme un enduit métallique brillant. On place le tube dans un bain de sulfate de cuivre, on le réunit au pôle négatif d'une pile, et on obtient rapidement un dépôt de cuivre sur le revêtement de platine. Dès lors le tube de verre peut être traité comme un véritable tube métallique, et soudé, au moyen de l'étain, au fer, au cuivre, au platine, et généralement à tous les métaux qui se soudent à l'étain.

électrique, qui développe au sein d'un four spécial des températures qu'on n'avait pu produire jusqu'à ce jour. Cette réaction se produit dans un creuset de dimension assez considérable pour contenir 70 kilos de phosphate de chaux. Sa paroi est en charbon garni de magnésie calcinée, d'argile réfractaire et de borax. On alimente le four de phosphate par son sommet. L'électrode supérieure est fixée également au sommet par un dispositif spécial, tandis que la 2e électrode traverse le four à la base. Des câbles relient les électrodes et apportent l'énergie; la température s'élève en 5 minutes à 3,800°, décompose la matière, les vapeurs phosphorées viennent se condenser sous l'eau, pendant que les impuretés sous forme de scories sirupeuses coulent par un conduit latéral. Le phosphore est extrait en presque totalité, il n'en reste guère que 1 0/0. Le phosphore condensé est traité ensuite par le bromure de sodium qui réduit le phosphore rouge sans toucher le phosphore jaune. Le produit final est un bâtonnet moulé, blanc et transparent. Le phosphore ainsi obtenu ne contenait pas plus de 0,70 à 0,75 le kilo, ce qui constituerait un avantage considérable pour la préparation en grand de l'acide phosphorique.

Préparation électrolytique du phosphore.

Les appareils employés ordinairement pour la préparation électrolytique du phosphore présente cet inconvénient grave qu'après chaque opération, il est indispensable de se débarrasser des résidus et de procéder à un nettoyage complet avant de pouvoir opérer sur de nouvelles quantités de matières à traiter. Les appareils Parker, Robinson et Readman, les plus employés, rentrent dans cette catégorie; ils opèrent sur le phosphate pur ou mélangé à du sable ou à du charbon et donnent des résultats satisfaisants, mais ils ne

permettent pas d'éviter la complication signalée plus haut. L'appareil de Dile, breveté en Allemagne, fonctionne, au contraire, d'une façon continue, sans autre manipulation que l'introduction, après l'épuisement de la matière traitée, d'une nouvelle quantité des substances à décomposer : acide phosphorique mélangé à du coke ou à du charbon de bois. Le résidu est insignifiant, et le procédé donne une économie notable de travail, de force employée et de matière première, tout en permettant d'obtenir, sans danger, aucun des résultats plus satisfaisants. L'appareil de Dile est d'une commodité extrême. Il se compose essentiellement d'un récipient cylindrique muni d'une fermeture hermétique livrant seulement passage à l'électrode négative et à l'orifice d'un entonnoir pour l'addition des matières à traiter. Le fond du cylindre est formé par l'électrode positive en charbon. Une roue de manœuvre fixée sur la tige filetée supportant l'électrode négative permet d'amener cette dernière à la position convenable en la déplaçant dans le sens vertical. L'intensité du courant est indéterminée, et dépend seulement de la capacité de l'appareil et de l'agencement des électrodes. Ordinairement, l'acide phosphorique est concentré à 60 ou 70° B ; on le mélange 1/4 ou 1/5 environ de son poids de poudre de charbon grossière, et le tout est introduit à chaud dans l'électrolyseur. La tension la plus avantageuse est celle de 120 volts, avec un courant de 80 à 150 ampères. Aussitôt que la plus grande partie de l'acide phosphorique est décomposée, on interrompt pour un instant le courant, et on introduit une nouvelle quantité du mélange à décomposer. La préparation continue ainsi indéfiniment, sans évacuation des résidus et sans nettoyage fréquent de l'appareil.

(*L'Electricien*).

Purification électrolytique de la Glycérine.

La glycérine fait maintenant l'objet d'une fabrication et d'une industrie chimique si importante qu'il est bon de signaler une méthode de purification de cette substance recommandée par *Chemiker Zeitung*. Il s'agit de recourir à l'électrolyse, et comme la glycérine contient normalement des sels variés de sodium et de potassium, on commence par la traiter avec des réactifs convenables pour obtenir par substitution les sels les plus faciles à électrolyser. Puis on effectue l'opération d'électrolyse, et pour cela on forme l'anode avec des cylindres ou des plaques de charbon ou encore d'un sulfure ou d'un métal, suivant la nature des sels qu'il faut séparer. La cathode est faite uniformément d'une couche de mercure. On envoie alors à travers l'électrolyte un courant suffisant pour décomposer les sels, mais incapable d'agir sur l'eau ou la glycérine ; l'alcali se dissout dans le mercure, et le constituant négatif du sel décomposé est séparé ou entre dans des combinaisons qui l'amènent finalement à se précipiter. Le chlorure se sépare sur l'anode avec les sulfates, l'acide sulfurique mis en liberté étant neutralisé par une base et cela fournit des sels insolubles ou des combinaisons avec le métal de l'anode.

Préparation électrolytique du Gaz des ballons.

La fondation du service aérostatique du camp d'Alderhost, en Angleterre, remonte à un quart de siècle. L'hydrogène nécessaire aux exercices des ballons mi-

litaires y a été, jusqu'ici, préparé par l'action de l'eau acidulée avec l'acide sulfurique sur le zinc. L'hydrogène ainsi obtenu revient fort cher. Il coûte plus que celui qui est préparé avec le fer, mais il est plus sûr parce que le fer est toujours allié avec des matières étrangères, telles que le charbon et l'arsenic dont la présence est nuisible. Le charbon se combine avec l'hydrogène naissant et produit un hydrogène carboné dont la densité est plus grande que celle de l'hydrogène. Quant à l'arsenic, il est encore plus gênant, car il se transforme en hydrogène arsenié qui est un gaz toxique, et qui produit souvent la mort des aéronautes. Un accident récent a malheureusement démontré la nocuité du gaz ainsi préparé. Non seulement le gaz produit par l'électrolyse est plus pur et par conséquent plus léger, mais il ne coûtera rien au War Office, c'est un simple rendu de fabrication. En effet, l'usine ne produit pas seulement de l'hydrogène, mais encore de l'oxygène.

Les deux éléments de l'eau sont, bien entendu, recueillis séparément pour ne pas se recombiner ; on les renferme dans des gazomètres spéciaux pour les utiliser à part. L'hydrogène sert à gonfler les ballons ; quant à l'oxygène les usages en sont nombreux ; dans les hôpitaux, pour les inhalations ; dans les salles de conférences, pour les projecteurs à gaz oxydrique ; dans la métallurgie, pour la fusion du platine. Les gaz produits par l'électrolyse sont repris dans le gazomètre par une machine de compression et renfermés dans des tubes en acier sous des pressions allant jusqu'à 200 atmosphères, les tubes sont de divers modèles, suivant l'usage auquel on les destine et la plupart sont employés pour le service d'aérostation militaire : ils sont alors très longs, de manière que quatre hommes puissent les porter à l'épaule. On trouve à

l'Etablissement d'Aldershot des milliers de ces tubes, dont un grand nombre ont fait le voyage de l'Afrique australe et sont revenus à Aldershot au moins une fois pour se remplir.

Les dimensions de ces tubes permettent d'évaluer leur contenance à chacun une trentaine de mètres cubes de gaz, de manière qu'une douzaine suffisent pour gonfler un ballon captif en baudruche susceptible d'emporter dans l'air deux observateurs à une altitude de 600 mètres. Il est facile de comprendre que le War Office pourrait très facilement se faire le fournisseur de tous les aéronautes, car le chargement d'un ballon de 1.000 mètres pourrait avoir lieu avec une vingtaine de tubes que porterait facilement un tracteur du genre de celui qui fonctionne à Aldershot. Pour que cette nouvelle industrie électrique pût s'établir, il fallait un concours de circonstances qui se trouvent réunies là-bas et que rien n'empêche d'établir partout où l'éclairage électrique s'est grandement développé, et ces endroits ne manquent plus, en France ou ailleurs ; ils peuvent ainsi permettre à un service aérostatique de disposer d'un grand nombre de dynamos qui, pendant la journée, ne servent à rien. Il est facile de les utiliser alors à la décomposition électrolytique de l'eau qui demande une grande quantité d'énergie électrique. En effet, un ampère-heure ne produit qu'un dégagement d'environ cinq litres par seconde, de sorte que pour obtenir un dégagement de 100 mètres cubes à l'heure, il faudrait produire 20.000 ampères-heures.

La séparation ne se fait bien que si les mêmes électrodes ne servent point à une décomposition très active, aussi le bac où se produit la décomposition à Aldershot, a-t il reçu des proportions considérables. C'est un parallélipipède ayant pour base un carré de

trois à quatre mètres de côté et d'un mètre cube environ de hauteur contenant plusieurs mètres cubes d'eau acidulée. Du plafond, on voit tomber une foule de fils, dont chacun est le siège d'une production spéciale de gaz. Les produits ainsi obtenus se réunissent tous dans les gazomètres en double voltamètre gigantesque, positif ou négatif, selon qu'il s'agit d'oxygène ou d'hydrogène.

Soudure du verre au métal.

C'est là une opération que l'on a souvent à faire pour les appareils de laboratoire, dit la *Nature*, et qui réussit du reste tout aussi bien quand il s'agit de souder de la porcelaine. Elle consiste essentiellement à recouvrir la surface du verre d'un véritable revêtement métallique, sur lequel on peut ensuite opérer une soudure métallique. Si, par exemple, il s'agit d'un tube de verre, on le chauffe légèrement, dans la partie à souder, et on l'enduit au pinceau de chlorure de platine bien neutre mélangé d'huile essentielle de camomille ; on fait évaporer lentement cette essence, et quand les vapeurs blanches ont cessé de se produire, on élève la température au rouge sombre ; le platine se réduit et forme un enduit métallique brillant. On place le tube dans un bain de sulfate de cuivre, on le réunit au pôle négatif d'une pile, et on obtient rapidement un dépôt de cuivre sur le revêtement de platine. Dès lors le tube de verre peut être traité comme un véritable tube métallique, et soudé, au moyen de l'étain, au fer, au cuivre, au platine, et généralement à tous les métaux qui se soudent à l'étain.

L'Électricité et la Teinture.

D'après une étude de M. Sunderland, publiée dans le *Journal de la Société des Teinturiers*, voici quelques-unes des conditions auxquelles doit satisfaire la cuve électrolytique de teinture : Les électrodes doivent être, non pas en métal, mais en carbone ou en biscuit de porcelaine, ces matières devenant actives en se saturant de l'électrolyte ; elles doivent être aussi voisines que possible l'une de l'autre ; le tissu doit passer entre elles sur toute sa largeur ; elles doivent être lisses, cylindriques, et tourner librement. Certaines combinaisons diazo sur tissus de coton sont décomposées par un courant de 24 à 40 volts et 5 ampères après 5 secondes d'action, et, en développant, les parties ainsi traitées restent décolorées. L'action est plus complète quand on ajoute un sel de sodium, chlorure, nitrate ou chlorate, à la solution dont sont imprégnés les tissus. On peut, de cette manière, obtenir des nuances nouvelles ; ainsi la rosaniline donne des rouges et des bruns, la satranine des rouges et des bleus foncés, le cyanol des bleus foncés après traitement par un phénol ou par la soude, les thiotoluidines donnent une série intéressante de nuances. Les effets de moiré sur tissus de coton s'obtiennent au moyen d'une électrode positive formée par une feuille de platine recouverte d'une matière absorbante saturée d'une solution de sel ordinaire. Le tissu est placé sur cette feuille et une plaque gravée suivant le dessin à imprimer, constitue l'électrode négative. En faisant passer le courant électrique, le sel se décompose et le dessin se reporte sur le tissu. La presse à chaud électrique de Schreihage utilise

l'électricité comme agent de chauffage. Ses plateaux sont en matière isolante dans laquelle sont noyés les fils de chauffage, aboutissant à deux bornes extérieures.

CHAPITRE III

ÉCLAIRAGE

Lumière Tesla. — Phares. — Nouvelles fontaines lumineuses. — Nouvelles lampes. — Bougies d'allumage. — Éclairage électrique des wagons.

La Lumière Tesla.

Le Dr L. Caze (*Rev. intern. d'électrothérapie*, mars-avril) expose la nouvelle lampe Tesla : c'est un grand tube de verre recourbé en spirale ou de tout autre forme, présentant une surface d'éclairage de 750 centimètres carrés à 10 décimètres carrés, ne renfermant autre chose qu'un gaz raréfié à un degré déterminé et doué d'une bonne conductibilité et recouvert à ses deux bouts d'une enveloppe métallique et de crochets pour attacher le tube. Le courant électrique est pris dans la rue et traverse un oscillateur électrique de très haute fréquence qui communique ses mouvements au gaz raréfié du tube, par l'intermédiaire de ses armatures métalliques, et fait vibrer ses molécules avec une telle rapidité qu'ils engendrent de la lumière,

sans devenir incandescents, donc sans produire de chaleur sensible. Depuis plusieurs années Tesla se sert de ces lampes sans qu'elles n'aient subi ni changement ni dommage, car elles ne contiennent rien qui se consume. Pendant le jour, la lumière Tesla n'est guère perceptible, mais la nuit elle éclaire brillamment les pièces où les lampes sont placées. D'après l'inventeur, cette lumière produit les mêmes effets que celle du soleil et serait extrêmement hygiénique pour les appartements; elle détruirait les germes morbides, tout comme la lumière solaire, guérirait beaucoup de maladies, surtout les maladies nerveuses, améliorerait la vue et ozoniserait l'atmosphère, et cette ozonisation pourrait être graduée selon les besoins. L'installation des lampes Tesla est très facile, le transformateur ou oscillateur pouvant être placé dans les sous-sols, d'où l'on conduit le courant dans les pièces à éclairer; les lampes peuvent être actionnées dans la plupart des cas *sans fil*. Cette « lumière froide » serait appelée non seulement à faire disparaître le gaz, mais encore les lampes électriques actuelles (?) La lampe sans fil est à la fois très économique et hygiénique au premier chef.

Phares.

Le 3e facteur de la puissance lumineuse, les 2 premiers étant l'éclat intrinsèque de la source et la surface de la lentille ou du réflecteur, réside dans le rendement de l'optique employée, lequel n'est jamais égal à l'unité. Bien entendu, la bonne construction de l'optique et la valeur des diverses parties des appareils ont une importance considérable. Pour montrer le progrès réalisé, il nous suffira de dire que les anciennes optiques de phares électriques ne possédaient en moyenne que l'éclat de 450 becs Carcel par centimètre carré,

tandis que plus récemment et notamment au phare d'Eckmühl, on a obtenu 900 carcels, la source restant la même.

Nos côtes ont donc les phares les plus puissants qui aient été établis jusqu'ici : La puissance du phare électrique d'Eckmühl dépasse, en effet, 3 millions de becs Carcel, correspondant à une portée de 55 milles par temps moyen, et qui atteint 133 milles marins par un temps clair. La puissance électrique dépensée dans ce ce phare correspond à 7,5 chevaux seulement. Il n'est pas sans intérêt de citer, ici, le phare de Sainte-Catherine, à l'ile de Wight, l'un des plus brillants de la côte anglaise, qui consomme une énergie électrique 3 fois plus forte pour obtenir une puissance 5 fois plus faible qu'à Eckmühl.

Nouvelles fontaines lumineuses.

Gaston Tissandier en a obtenu avec le soleil et l'eau ; l'électricité et l'eau les produisent facilement, mais les voici sans eau avec M. Trouvé.

On dirait vraiment une lanterne à projections verticales plutôt qu'une fontaine ; un cylindre de tôle supporte une certaine quantité de lampes à incandescence ; le fond de ce cylindre, surélevé suffisamment au-dessus de sa base, comporte en son centre une ouverture par où passe le tuyau d'une soufflerie. Une façon de cloche renversée faite de toile métallique et coiffée d'une cheminée termine le faîte du cylindre C'est dans cette cloche que sont logés les projectiles. La pression considérable développée par l'air quand la soufflerie est mise en action chasse ces projectiles à une grande hauteur par la cheminée, d'où ils retombent en forme de pluie. Pour réaliser complètement l'illusion, M. Trouvé a logé la fontaine dans une vasque d'étoffe

verte, on augmente ou on diminue à volonté l'étendue de la pseudo-nappe d'eau par une série de légères baguettes de bambou qui rayonnent autour du cylindre et sur lesquels est tendue l'étoffe verte. Cette vasque sert en même temps de réceptacle pour les projectiles qui en retombant roulent vers le centre, dégringolent dans la cloche et sont à nouveau projetés dans l'air.

M. Lippmann n'a pas cru déroger à sa gravité scientifique en présentant à l'Académie des sciences cette très bizarre fontaine où rien ne fait défaut, sauf l'eau.

Nouvelles Lampes.

Dans l'*Electricien,* nous relevons que la Société *Allgemeine Elektricitœts* de Berlin vient de construire un nouveau type de sa lampe Nernst, qu'elle a baptisé le modèle A et qui est destiné surtout, en fournissant une source lumineuse d'intensité moyenne, à remplacer les groupes de lampes à incandescence. La nouvelle lampe, construite pour des tensions de 100 et de 200 volts, peut être alimentée aussi bien par un courant continu que par des courants alternatifs. Le brûleur donne plus de trois cents heures de service en moyenne, sans qu'on ait à le renouveler et il peut être remplacé très facilement. On le retire de son support en desserrant une vis. Quand on veut remplacer un brûleur, il n'est pas possible de confondre les différents conducteurs, car les fils ne s'adaptent qu'aux places qui leur conviennent. En ce qui concerne l'économie que permet de réaliser ce nouveau modèle de lampe Nernst, le constructeur a fourni le calcul suivant : Modèle A, 100 watts (environ 65 bougies). Remplace 4 lampes à incandescence de 16 bougies. En admettant que l'énergie électrique coûte 0 fr. 6875

le kilowatt-heure et que l'on ait six cents heures d'éclairage chaque année, les frais de fonctionnement de 4 lampes à incandescence à filament de charbon s'élèvent à 85 fr. 25 et avec la lampe Nernst à 46 fr. 25 (1).

Modèle A, 200 watts (environ 135 bougies). Remplace 8,5 lampes à incandescence de 16 bougies.

Si le prix de l'énergie électrique est toujours de 0 fr. 6875 par kilowatt-heure et que l'on ait 600 heures d'éclairage chaque année, les frais de fonctionnement de 8,5 lampes à incandescence à filament de charbon s'élèvent donc à 181 fr. 15 et avec la lampe Nernst à 87 fr. 50 (2).

Comme base des calculs on a pris les lampes à incandescence consommant 50 watts pour 16 bougies, mais attendons les résultats de l'usage courant.

(1) 4 lampes consomment $\frac{280 \times 600 \times 0 \text{ fr. } 6875}{1000} = 82$ fr. 50

Remplacement de 3 lampes à 0 fr. 6875 = 2 fr. 75

Total..... 85 fr. 25

Lampe Nernst :

$\frac{100 \times 600 \times 0 \text{ fr. } 6875}{1000} = 41$ fr. 25

Remplacement de 2 brûleurs à 2 fr. 50 = 5 fr.

Total..... 46 fr. 25

Economie réalisée dans une année = 39 fr. = 45,75 0/0.

(2) 8,5 lampes usent $\frac{425 \times 600 \times 0 \text{ fr. } 6875}{1000} = 175$ fr. 80

Remplacement de 8,5 lampes à 0 fr. 6875 = 5 fr. 85

Total..... 181 fr. 15

Lampe Nernst :

$\frac{200 \times 600 \times 0 \text{ fr. } 6875}{1000} = 82$ fr. 50

Remplacement de 2 brûleurs à 2 fr. 50 = 5 fr.

Total..... 87 fr. 50

Economie réalisée dans une année = 93 fr. 65 = 51,7 0/0.

— Un filament d'osmium (Auer), ou de thorium, obtenu par compression et revêtu d'une couche oxydée, donne, selon un ingénieur électricien de Vienne, plus de lumière et moins de chaleur par un courant électrique que le filament ordinaire au charbon. On fait également un autre genre de filament ayant la même propriété avec un mélange de graphite et d'oxydes métalliques. De nouvelles lampes, basées sur ces principes, sont donc indiquées.

Lampe électro-magnétique. — Voici quelle est sa disposition : C'est un cylindre en métal, gaine, muni d'une pile sèche intérieure et fermé aux deux bouts par deux bouchons métalliques que l'on visse. Les fusées sont constituées par une amorce maintenue par une bande de papier pliée, dont les extrémités sont garnies d'une feuille de métal enrobant un menu fil de platine; ces fusées sont logées sous le bouchon métallique supérieur.

Quand on veut se servir de l'appareil, on introduit dans des trous spécialement destinés à cet usage deux tiges métalliques qui forment le prolongement d'une des extrémités d'une gouttière, à tiroir, complètement indépendantes de l'appareil.

On a disposé sur cette gouttière une pince-ressort, où se place la fusée, dont l'amorce plonge dans la gouttière et dont l'extrémité métallique est maintenue par la pince-ressort.

On verse la photopoudre dans la gouttière sur l'amorce, et on l'étale à sa guise suivant la quantité de poudre que l'on veut employer et l'intensité de flamme que l'on veut obtenir. Maintenant, quand on voudra produire l'éclair, il n'y aura (ayant l'appareil en main) qu'à presser sur le bouton *ad hoc*.

On obtient immédiatement par le passage du circuit

électrique l'incandescence du fil de platine dans la fusée, l'amorce éclate en produisant la déflagration de la photopoudre. L'inflammation peut, au gré de l'opérateur, s'opérer loin de lui par le moyen d'un fil conducteur. On visse alors l'appareil sur un socle de fonte que l'on place où l'on veut, on ferme ensuite le circuit par une poire commutatrice dont on arme l'extrémité du fil conducteur.

Cette lampe donne la flamme en nappe et permet ainsi toutes les combinaisons voulues d'éclairage. Il est ainsi loisible à l'opérateur d'obtenir de magnifiques travaux artistiques (1).

— La *lampe Marquer* offre les avantages des allumoirs et se garde soigneusement des inconvénients : le liquide de la pile est contenu dans un récipient, que surmonte un deuxième récipient qui sert de réservoir à l'essence. On fait pression sur un poussoir, et on actionne ainsi deux mouvements : d'abord l'immersion du zinc dans la pile et le soulèvement du capuchon à recouvrement du bec ; la mèche d'allumage, mise de la sorte à nu, s'enflamme par une spire de platine portée au rouge par le passage du courant, et cette mèche enflamme alors la lampe. Dès qu'on retire le doigt, zinc et poussoir remontent automatiquement, rabattant le capuchon ; la mèche d'allumage s'éteint, mais la lampe reste allumée. Le travail demandé à la spire de platine n'a donc comme durée que la durée de l'allumage, ce qui lui assure une durée illimitée. Quant à sa qualité d'être *inversable*, voici comment y est arrivé l'inventeur : comme nous l'avons dit, l'essence qui est contenue dans le réservoir supérieur est immobilisée complètement, grâce à un système spécial

(1) Voir *les applications de l'électricité à la photographie*, p. 225.

de bourre de feutre. La pile du réservoir inférieur est elle-même inversable : la moitié seulement du réservoir est occupée par la solution de bichromate, la moitié supérieure est vide; seul, un tube central, emprisonnant le zinc, en occupe le centre, et l'ouverture se trouve au-dessus du niveau du liquide (ce réservoir inférieur est fait d'un alliage inoxydable, secret de l'inventeur). Le charbon cylindrique est pris dans la masse du fond de la solution chromatée; dans ces considitions, il est facile de voir que, quelle que soit la position, le liquide ne saurait entrer en contact avec le zinc et se déverser extérieurement. En dessous, un solide bouchon à vis avec joint de caoutchouc sert à l'introduction du liquide générateur et en même temps au remplacement des zincs, lequel dévissage s'opère le plus facile du monde par le simple dévissage d'un bouton. La charge suffit à une moyenne de 1.500 allumages et le prix de chaque charge est des plus modiques.

Bougies d'Allumage.

Les bougies *P. M.* ont comme matière isolante le mica dont la composition chimique (silicate d'alumine) est à toute épreuve devant la chaleur et présente toutes les qualités nécessaires à une isolation complète. Composée d'une gaine interne épaisse faite d'une succession de feuilles de mica enroulées sur l'âme métallique de la bougie formant conducteur, toute la partie externe de la bougie est formée de rondelles de mica superposées dans le sens horizontal, comprimées à cinquante atmosphères à l'aide de la presse hydraulique. Cette dernière opération fait de l'ensemble de ces rondelles une masse homogène résistant aux plus hautes températures, offrant les ga-

ranties d'un isolant parfait et conservant une élasticité qui permet à la bougie de subir sans aucune détérioration les trépidations, voire même les chocs accidentels qui pourraient se produire.

— La bougie *Pognon* est incassable, incrassable et par sa disposition augmente la force du moteur. Elle se compose de 3 manchons de porcelaine incassables, pouvant résister aux vibrations, se dilater isolément et résister à une très haute température, chose très appréciable pour les moteurs à refroidissement par ailettes. Ces manchons de porcelaine sont traversés par une tige de cuivre rouge qui porte à une de ses extrémités un fil destiné à conduire le courant vis-à-vis d'une autre tige placée sur la monture et à provoquer l'étincelle de chaleur destinée à l'allumage du gaz; cette tige centrale est maintenue très fortement dans la porcelaine par un renfort qui lui assure une étanchéité complète, au moment de l'explosion. L'isolement électrique de la tige centrale est assuré par l'extérieur et l'intérieur du tube de porcelaine, ce qui fait en tout 32 millimètres, à l'encontre des autres bougies qui n'ont que 6 millimètres d'isolement. De plus, le carbone ne se dépose en partie que sur les *surfaces latérales*, de sorte que le tube intérieurement et extérieurement ne subit pas les inconvénients de l'encrassement. Les mauvais gaz au moment de la compression sont, comme dans l'allumage à incandescence, refoulés au fond du tube qui est soumis à une haute température ainsi que la tige centrale. Les gaz frais sont donc en présence des 2 électrodes, nouvelles sources d'énergie pour la puissance de l'allumage; en montant les côtes, les bienfaits de la nouvelle bougie se font sentir alors que le moteur est très chaud et travaille avec peu d'avance à l'allumage, on

arrive à maintenir son moteur en action et l'on peut s'en rendre compte par le bruit sec produit par l'échappement. Les excédents d'huile dans le moteur ne sont même plus un obstacle, cette bougie a fait ses preuves, elle a pu fonctionner avec 4 mesures d'huile au lieu d'une et sans avoir eu de ratés ni d'encrassement capables d'empêcher l'étincelle de se produire, grâce à son évidement intérieur. (*Inventions Illustrées.*)

— La parfaite qualité du platine iridié, dans la bobine d'allumage G. Richard à contact brutal, doit être surveillée pour éviter la formation de la mousse de platine, on assure ainsi le parfait fonctionnement des bobines. Le système de bougie est des plus pratiques; la bougie noyée dans un isolant parfait, incassable, est installée de telle façon que les pertes de courant sont impossibles. D'autre part, un enduit extérieur particulier met la bougie à l'abri des encrassements d'huile. Puis, le nettoyage est bien facile, il n'y a qu'à la rougir au feu, pour qu'elle soit à même de resservir immédiatement. A l'extrémité de l'arbre de cames d'un moteur de 4 cylindres d'une voiture de 8 chevaux de course est fixée une caisse portant une profonde échancrure de forme spéciale, qui a pour but de faire chuter violemment au passage le marteau, et à déterminer ainsi le choc brutal et très court entre les contacts. Le reste des appareils consiste en une batterie d'accumulateurs, 4 bobines à trembleur et 4 bougies. Les supports des 4 marteaux étant réunis entre eux et communiquant avec l'une des bornes de la batterie des accumulateurs, les 4 contacts sont réunis aux 4 bornes de retour des 4 bobines. De telle sorte que lorsque le 1er contact vient à toucher le 2e, le circuit induit de la bobine soit fermé, et que l'étin-

celle jaillit entre les pointes de la bougie d'allumage. Il est aisé de voir par ce dispositif que le fonctionnement de l'allumage est toujours assuré, quelle que soit la vitesse de rotation du moteur et par suite celle de l'arbre, car à chaque tour de la came le marteau qui termine la double lame élastique s'enfonce énergiquement dans l'espace resté vide et par suite le 1er contact vient frapper le 2e et s'y trouve maintenu par l'élasticité de la double lame jusqu'à ce que la came elle-même dans sa rotation soulève ce marteau, pour le laisser retomber à nouveau à leur prochain passage.

— L'allumage électrique de la *Motocyclette Werner* est obtenu par les appareils : des piles sèches ou accumulateurs, une bobine, une bougie, un trembleur, une poignée d'interruption et une cheville à contact. Les bornes doivent toujours avoir leurs écrous serrés avec soin pour assurer un bon contact et les contacts être très propres. Les accumulateurs ou les piles durent assez longtemps si on a soin de couper le courant chaque fois que l'on ne s'en sert pas, et doivent être bien isolés de la masse par la toile caoutchoutée de la sacoche qui les contient, ainsi, d'ailleurs, que tous les fils où passent le courant. La bougie d'allumage est assez fragile, il faut s'assurer que les deux fils entre lesquels se produit l'étincelle ne sont pas encrassés, mais ne pas faire varier leur écartement. Pour vérifier que le courant passe et l'étincelle se produit, on dévisse le fil de la bougie et on fait jaillir l'étincelle entre ce fil et la masse. Le trembleur est constitué par une lame de ressort, portant une goutte de platine, en face de laquelle existe également une vis à pointe de platine. Ce contact doit être bon. On règle le contact en dévissant la vis en acier, qui débloque le tombeau et permet ainsi au trembleur de vibrer.

Eclairage électrique des Wagons.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* de Vienne publie l'information suivante : « Les wagons de voyageurs des chemins de fer de l'Etat hongrois ont été aménagés en 1895, pour la première fois, de manière à pouvoir s'éclairer électriquement et on les a, dans ce but, pourvus d'accumulateurs de trois systèmes différents. Aujourd'hui, à la suite de l'expérience faite, le Ministre du Commerce de Hongrie a décidé que, pour l'éclairage des wagons de voyageurs, on n'emploirait plus maintenant que les batteries à charge rapide composées de trois caisses, et que les batteries des autres systèmes seraient transformées en conséquence. »

— En Angleterre, la Great Central Railway Company vient de faire l'essai dans un de ses wagons-restaurant d'un nouveau système d'éclairage électrique dont on cherche à propager l'usage sur toutes les lignes de chemins de fer en Angleterre. L'électricité est fournie par un petit dynamo mis en mouvement par l'essieu du wagon ainsi que par une batterie d'accumulateurs qui sont chargés par le dynamo lorsque la vitesse du train est de plus de 15 milles à l'heure.

L'intérêt principal de cette application réside principalement dans les moyens qui sont employés pour maintenir un voltage constant, quelles que soient les variations de vitesse du train. Le réglage du voltage est obtenu au moyen de résistances dans le champ de circuit du dynamo et cette résistance est réglée au moyen d'un petit moteur actionné par un relai. On a déjà, il y a quelque temps en Angleterre, essayé l'éclairage des trains par un système de ce genre, mais

son existence n'a été que de courte durée. Mais, depuis, par les perfectionnements dans la construction des dynamos, les obstacles qu'on pouvait rencontrer à faire marcher les machines dans leur maximum de rendement avec un champ faible ont, pour ainsi dire, complètement disparu. Dans le cas en question, également, les accumulateurs rendent le dynamo plus stable, même lorsqu'il est actionné dans des conditions aussi difficiles. On emploie seize accumulateurs sur chaque voiture où un nombre suffisant de lampes à incandescence est distribué, lesquelles donnent une lumière éblouissante. L'appareil, dans son ensemble, tel qu'il doit être disposé dans chaque voiture, pèse environ 500 kilos.

— L'éclairage électrique d'un train par accumulateurs a été tenté aux Etats-Unis : Chicago et Saint-Paul et Minneapolis sont reliées par 6 lignes de chemins de fer se faisant concurrence. La Chicago, Burlington and Quincy Railroad C° a mis en circulation, en juin 1897, un train, le « Burlington limited », établi avec tout le luxe et le confortable possibles par la Pulmann Palace Car C° et qui a coûté plus de 500.000 francs. Ce train fonctionne depuis 3 ans. Il y a 5 voitures; l'électricité sert à l'éclairage, au chauffage et à la ventilation. Chaque wagon porte 48 éléments d'accumulateur, d'une capacité de 160 ampères-heure, pesant environ 25 kilogr. L'éclairage total du train comporte 265 lampes à incandescence représentant 3.556 bougies.

CHAPITRE IV

CHAUFFAGE

Progrès réalisés. — Chauffage électrique par éléments isolés. — Chauffage électrique de l'eau. — Cuisine électrique. — Etuve et stérilisateur électriques. — Chauffage électrique des tramways. — Forge et soudages électriques.

Progrès réalisés.

M. James F. Me Elroy, dans un article publié par le « Street Railway Reviev », passe en revue les progrès réalisés par le chauffage électrique depuis dix ans. Cette application de l'électricité, dit-il, a dépassé certainement les progrès obtenus dans toutes les autres applications si on tient compte de ce fait qu'il n'y a que dix ans que les premiers essais pratiques en ont été faits. Les premiers appareils de chauffe n'employaient qu'une très petite quantité de fil de platine, lequel était porté à l'incandescence, on réglait la température autant qu'il était possible de le faire en élevant la température du fil. A présent, il est d'usage courant d'employer une grande quantité de fil brut et de ne pousser la température qu'à 400 à 430° F. On donne au fil un maximum de température et on augmente la quantité de calorique en augmentant la surface de chauffe par un certain nombre de fils supplémentaires. Les premiers appareils de chauffe employés sur les cars électriques furent construits en enfermant des fils

de platine fins dans une matière en poudre isolante enfermée dans un trou entre deux pièces de fonte. L'air ne pouvait ainsi rentrer en contact avec les fils, et ainsi ceux-ci pouvaient-ils être poussés à une incandescence beaucoup plus élevée que s'ils avaient été exposés à l'action de l'air libre. Ce genre de disposition empêchait cependant la chaleur de se dégager de ces fils, en conséquence la température arrivait à être poussée à un tel degré qu'ils étaient bientôt détruits. Dans les appareils de chauffe modernes, les fils sont exposés dans un courant d'air circulant librement, chacune des parties de ces fils étant pour ainsi dire baignée dans cet air en mouvement, la chaleur émise sur les fils est donc emportée en totalité par le courant d'air vers l'endroit qui doit être chauffé. Il s'ensuit donc une grande liberté d'action, la température des fils peut être maintenue à un degré suffisant pour obtenir la chaleur requise mais qui n'est pas assez forte pour provoquer la détérioration ou la destruction de ceux-ci. Depuis dix ans, ou est parvenu en fixant le fil d'une certaine façon sur son isolateur à éviter complètement l'expansion ou le retrait. Le prix de revient a tellement diminué qu'il devient meilleur marché de chauffer les cars par l'électricité que par des appareils de chauffage habituels ; les appareils de chauffage électrique sont actuellement en usage courant aussi bien aux États-Unis qu'en Europe.

Chauffage électrique par éléments isolés.

Les éléments de chauffage, bûches électriques ou charbons nus permettent de construire des résistances de chauffage de toutes puissances affectant toutes formes et dimensions. Ils peuvent le plus souvent s'installer dans les appareils déjà existants, tels que : étuves,

appareils quelconques de dessication et de bactériologie, de fermentations, de bain-marie, appareils de distillation pour éthers etc., ils trouvent particulièrement leur place dans les laboratoires.

Les appareils ainsi construits n'exigent jamais d'autres réparations que le changement d'un élément. Ils consomment de 15 à 25 watts, la résistance est de 0,01 à 100 ohms. Ils se montent en série ou en parallèles.

Chauffage électrique de l'eau.

Un mécanicien de Hamilton produit électriquement de la vapeur dans les chaudières : de l'eau était pulvérisée en petites gouttes serrées dans des tubes chauffés à blanc par l'électricité, d'où production instantanée de vapeur. C'est encore d'Amérique que nous vient le chauffage électrique de l'eau des canalisations installées dans les lieux publics ou dans les maisons particulières. On entoure de loin en loin les tuyaux de canalisation par des groupes de bobines de fil et on enrobe le tout dans un revêtement en ciment. Pour arriver au développement calorique nécessaire on envoie par des accumulateurs le courant de distribution dans la section voulue des bobines de résistance ; l'eau qui avoisine le groupe de bobines actionnées s'échauffe ainsi et très vite. Parti de ce principe, on peut réaliser une foule de dispositifs variés, chauffer un réservoir, par exemple, élever à la température que l'on voudra une seule section fractionnée d'une conduite ; c'est ainsi que, dans un hôtel, il sera loisible à un voyageur d'obtenir dans sa chambre la quantité désirée d'eau chaude, et tout cela sans être obligé de recourir aux gens de service. — Le chauffage des appartements a aussi réalisé des améliorations notables : MM. Parvillée frères sont arrivés à construire des poêles, des chauffe-

pieds, des bouillottes..., consommant extrêmement peu (un demi-ampère à 110 volts pour le chauffe-pieds de bureau ou du tabouret par exemple; 1,4 ampère pour le fer à souder, 2 ampères pour le fer à repasser, 3 ou 6 ampères pour les réchauds).

— Pour développer la vapeur dans les chaudières, l'eau pourrait être projetée sous la forme d'un jet très dense sur des tuyaux chauffés par l'électricité qui, instantanément, produisent ainsi de la vapeur : l'électricité fournie par un dynamo actionné par l'excédent de vapeur fourni par la chaudière. La seule force requise en dehors de ce procédé de compensation est donc une force initiale pour actionner le dynamo et jusqu'à ce que la vapeur ait commencé à se produire; cette force initiale est fournie par une machine au gaz ne nécessitant qu'un litre de combustible. On dit qu'une société vient de se former, afin d'exploiter cette invention.

Cuisine électrique.

Le *Jura Bernois* donne des détails intéressants sur des expériences de cuisine à l'électricité, pratiques et originales tout à la fois, qui ont été faites récemment à l'École ménagère de Saint-Imier par la « Société des forces électriques de la Goule ». Les essais ont été exécutés avec des appareils culinaires variés, fours à pâtisserie, fourneaux divers. La température est réglée à différentes allures par des commutateurs disposés sur les appareils, ou par un simple déplacement de la prise de courant. Roastbeefs, volailles, légumes, pâtisseries variées, ont été ainsi préparés puis dégustés par une dizaine de personnes invitées aux expériences d'inauguration. Un morceau de viande de 2 kilogrammes n'a exigé pour sa cuisson que 55 minutes, un

poulet 36 minutes, les légumes à réchauffer 2 minutes, la pâtisserie 15 minutes. L'énergie dépensée pour tout le repas n'a été que de 2 kilowatts-heures à 12 centimes le kilowatt-heure, soit une dépense totale de 24 centimes. Il est démontré ainsi que, dans ces conditions, au prix de 10 à 12 centimes le kilowatt-heure, la cuisine par l'électricité est bien plus économique que la cuisine au gaz et présente encore des avantages de propreté et de sécurité que l'on ne saurait réunir autrement. Il est évident qu'il y a là une fort intéressante indication. Les usines, les ateliers, les casernes, les hôpitaux, qui possèdent l'éclairage électrique, trouveront souvent dans la cuisine électrique de l'économie et toujours de l'hygiène : c'est un progrès sur la cuisine à la vapeur déjà fort perfectionnée et qui rend de grands services. Ajoutons que les appareils de chauffage et la « batterie de cuisine » spéciale à l'électricité ont été étudiés avec soin, et sont actuellement d'un maniement facile et tout à fait pratique.

— Le *gril Cary* se compose de deux caissons en tôle pouvant se refermer l'un sur l'autre. Les faces en contact sont 2 plaques de tôle ondulée assez minces. Les dimensions du gril sont 65 centimètres de longueur sur 50 de large. Le poids total 52 kilos. La pièce supérieure, qui se manœuvre à l'aide d'une poignée placée à l'avant, est munie à l'arrière d'un contrepoids qui facilite l'ouverture et la fermeture du gril et assure en même temps une petite pression sur la viande, trouvée nécessaire pour une parfaite cuisson. Les deux faces du gril, par une transmission à manivelle et pignons dentés agissant sur une double crémaillère, peuvent se placer à une distance déterminée afin de rester toujours parallèles alors que les morceaux ou pièces à cuire sont plus épais.

Le chauffage est produit par l'incandescence, soit d'un double réseau de fils circulant dans chacun des couvercles, soit aussi dans les appareils construits pour maisons bourgeoises, par un réseau de lampes ; car, dans ce cas, le gril n'a pas à craindre les mouvements un peu violents qui se produisent presque forcément dans les cuisines, aux moments de presse. Le fil incandescent est un fil de fer de huit dixièmes de millimètre environ de sections, enroulé en spirale et s'appuyant sur des bobines de porcelaine placées verticalement. Ces bobines, au nombre de 210 pour un gril, sont percées dans leur longueur et fixées par écrou sur des axes formant corps avec le gril. L'appareil est donc indéréglable. Le courant portera ce fil au rouge cerise. La déperdition de chaleur est supprimée par l'emploi d'épaisses couches d'amiante tapissant toutes les faces des caissons, sauf la surface radiante. La protection est si efficace que, une heure après que le courant a cessé, la température du gril est encore très élevée et il suffit de deux à trois minutes de passage du courant pour permettre à nouveau la cuisson. Dans les grils à lampes, chaque caisson comprend 12 lampes, rangées par 6 au long des parois latérales.

Pour compléter cette description, ajoutons qu'une petite lèchefrite placée en avant permet de recevoir le jus qui s'écoule de la viande par les rainures du gril. Cette quantité est d'ailleurs minime, la viande, saisie, conservant presque intégralement son jus. Enfin, un dernier perfectionnement vient d'être apporté en raison de la nécessité de faire le plus rapidement possible le chargement et le déchargement du gril au moment des repas, afin de ne pas perdre une seconde. Les pièces à cuire, côtelettes par exemple, sont disposées sur une plaque unie de tôle étamée, comportant une poignée, et pouvant glisser dans une double rainure

au-dessus de la tôle ondulée du gril. Une règle disposée en longueur normalement à cette plaque sert d'arrêt, de butée, lorsque, la laissant fixe, on cherchera à dégager la plaque en la ramenant en arrière. On engagera donc la plaque chargée dans ses rainures ; on la ramènera vivement en arrière en maintenant la règle en place et la viande se trouvera répartie sur la surface du gril. On pourra recharger cette plaque pendant que la viande cuira et faire immédiatement une autre fournée.On remarquera aussi que le dispositif de double caisson donne une viande cuite d'une façon bien homogène sur ses deux faces, sans qu'il soit besoin de la retourner.

Des rôtissoires fonctionnant parfaitement, du poids de 40 kilos et de 60 × 40 centimètres avec broches interchangeables, ont été également construites. L'appareil peut être branché sur un réseau de 110 volts, intensité normale des distributions, avec prise spéciale près du compteur, l'ampèremètre démarre à 50 ampères et descend rapidement à 25, et 15 ampères.

Etuve et Stérilisateur électriques.

Un stérilisateur ordinaire chauffé par l'électricité au lieu de gaz avec une résistance déterminée placée dans la double paroi de la boîte a été construit par M. Lequeux, il permet d'obtenir en très peu de temps, une température de 140° à 160°, nécessaire à la stérilisation des instruments de chirurgie ou des pansements. D'autres dispositions spéciales ont été adoptées et appliquées. Généralement ces appareils sont construits pour l'emploi des courants de 110 volts, mais on peut très bien les modifier suivant les nécessités locales. On peut également l'employer comme cela se fait au chauffage de l'eau et même à la pro-

duction de vapeur, soit dans des autoclaves, soit autrement. Toutefois pour le chauffage de l'eau, on tombe dans des dépenses tellement disproportionnées avec les avantages que l'on peut obtenir que l'on ne pense pas, pour l'instant du moins, devoir généraliser ces appareils à vapeur.

Pour la grande chirurgie, les étuves immenses plus ou moins dispendieuses ne manquent pas, mais il n'en est pas de même pour le cabinet du praticien.

— L'*étuve* Foveau de Courmelles comble une lacune; elle est petite et peu encombrante : 0^m25 de large sur 0^m10 et 0^m10 de hauteur et de profondeur. Elle n'*émet* aucune buée, ni vapeur à l'extérieur. Au point de vue propreté, rapidité, simplicité, cette étuve nous paraît réaliser les desiderata habituellement exigés des stérilisateurs. Elle se met à la place d'une lampe à incandescence ; elle est construite par MM. Parvillée, et consiste en résistances métalliques cousues en spirale, et par suite ayant une grande longueur pour une faible surface, sur une étoffe amiantée et permettant d'obtenir en quelques minutes et à volonté 38, 50, 110, 120, 150° C. ; un thermomètre avec deux contacts métalliques terminaux, avec index facile à déplacer, construit par M. Bernadot, à sonnerie électrique reliée en dérivation à une fraction des résistances prévient de l'obtention de la température voulue, on peut alors la maintenir en sortant des résistances du circuit, mais de telle façon que le courant n'y passe plus et ne se dépense pas en pure perte, on ne fait passer l'énergie électrique que là où elle est strictement indispensable. L'art dentaire peut y antiseptiser ses daviers; on peut chauffer les solutions, pour éviter chez le coiffeur la propagation des affections du cuir chevelu. Ses avantages pour la petite

chirurgie et la médecine courantes sont dans son prix modique, son petit volume, sa rapidité de fonctionnement pour une faible dépense ; les petits instruments, les aiguilles d'opothérapie, de sérothérapie sont de suite aseptisés, sans déformation ni encrassement, comme dans la flamme d'une lampe à alcool.

Chauffage électrique des Tramways.

Le chauffage des voitures de tramways a été jusqu'à ce jour très incomplet et fort coûteux pour les compagnies exploitantes. Il semble que le chauffage électrique appliqué judicieusement donnera des résultats pratiques satisfaisants. Il a été dit au Congrès international des tramways que la plupart des Compagnies de tramways reculent devant les dépenses à faire ou les inconvénients inhérents aux systèmes connus : eau chaude, vapeur. Le chauffage électrique produit au moyen de résistances placées le long des parois verticales des banquettes coûte cher et a l'inconvénient de ne pas réchauffer les pieds du voyageur, mais seulement ses mollets. Le prix de ce chauffage revient en effet à 2 fr. par 16 heures de travail (tramways de Hanovre) et à 1 fr. 44 sur les chemins de fer vicinaux belges, le courant étant compté à 0 fr. 06 le kilowatt-heure, ce qui est un prix très faible.

D'après l'*Étincelle Électrique*, le chauffage des tramways par briquettes coûte en moyenne, à Paris, 1 fr. par jour et par voiture. On voit donc qu'il y a place à un essai et nous signalerons le procédé de chauffage électrique, système Parvillée, et les applications qu'on en faisait à la cuisine électrique. Ces chaufferettes qui étaient exposées à la classe 27, à l'Exposition de 1900 (voir la précédente *Année Electrique*), se composent de petites boîtes plates en tôle

galvanisée ; leur largeur est de 25 cm., leur longueur de 15 cm. et leur épaisseur de 1,5 cm. Des dimensions réduites permettent d'encastrer ces chaufferettes dans le plancher. Elles contiennent une série de résistances système Parvillée, montées par 4 en série sur une dérivation prise sur le circuit à 500 V. Elles développent une température qui, mesurée à la surface supérieure, est de 70° C. avec une consommation moyenne de 20 W. Les frais d'installation de ce système de chaufferette seraient de 7 fr. par appareil : pour un tramway contenant vingt places assises la dépense serait de 140 fr. en y ajoutant la pose des fils de dérivation et diverses fournitures, soit 40 fr. environ, on arrive à une dépense de 180 fr. par tramway.

En supposant que le kilowatt soit compté 0 fr. 10 ce qui est assez cher pour une installation semblable, on aurait une dépense d'exploitation journalière, pour 16 heures de travail : $20 \times 20 \times 16 \times 0{,}00001 =$ 0 fr. 64 (1). En prenant le prix de 0 fr. 06 le kilowatt-

(1) Ces calculs électriques peuvent être rendus simples :

M. Cornu, en l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1901*, indique quelques formules simplifiées pour les travailleurs, ainsi le nombre des kilogrammètres, le travail électrique s'obtient $\left(T = \frac{EI^2}{9{,}8088} \right)$ en multipliant le nombre de volts par le nombre d'ampères et en divisant le tout par dix (on rentre ainsi dans le système décimal). Ne pourrait-on d'ailleurs ramener les unités C. G. S. à ce système ?

En sachant, par exemple, qu'une lampe de 32 bougies avec un courant de 110 volts et d'un ampère exige dix kilogrammètres d'énergie coûtant un centime l'heure (chiffre inférieur à la réalité, surtout à Paris). l'ouvrier électricien a toutes les données voulues pour combiner et calculer toutes installations possibles (à 55, 110, 220 volts, avec des lampes de 5, 10, 16 bougies...) Pour la galvanoplastie, si un kilogrammètre par un courant de 10 ampères dépose en une heure 4 gr. 0912 d'argent, 1 gr. 184 de cuivre, 0 lit. 420 d'hydrogène, le prix de revient et les calculs deviennent simples à établir.

heure, qui peut être facilement obtenu dans une station centrale de capacité importante, on a une dépense de $20 \times 20 \times 16 \times 0{,}00006 = 384$ fr.

Comme on le voit par les chiffres ci-dessus, ce système mérite d'appeler l'attention des compagnies de tramways qui donneraient ainsi satisfaction au public. En effet chaque voyageur aurait sa chaufferette placée directement sous ses pieds ; il n'aurait pas besoin d'allonger les jambes et de partager sa chaufferette avec son vis-à-vis comme cela se pratique actuellement : le voyageur aura réalisé cet idéal d'avoir fait le trajet sans avoir eu froid aux pieds. De plus, comme la chaufferette occupe un espace restreint, il pourra placer les pieds à côté, sans gêner personne. Le seul inconvénient que l'on puisse objecter est que les trépidations de la voiture brisent les plaquettes métallocéramiques qui forment résistances électriques, mais il n'en est rien. Déjà Berlin vient de s'offrir la primeur du chauffage des trams par l'électricité, empruntée aux circuits aériens. Ce véhicule circule sur la ligne Behreustrasse-Treplow. On ne sait encore l'appréciation de cet essai.

Forge et Soudage électriques.

La *Chronique industrielle* a décrit une forge liquide basée sur l'électricité et permettant de chauffer une barre de n'importe quel métal, depuis 3 jusqu'à 40 millimètres de diamètre, la longueur pouvant varier entre 12 et 375 millimètres. L'application de la chaleur se fait toujours sous contrôle, on peut chauffer uniquement la partie que l'on désire, les parties voisines restant froides ; la température peut se régler depuis 0 jusqu'au point de fusion.

On peut, avec cet appareil, chauffer à blanc, forger,

tremper et durcir n'importe quel métal ; cette forge est employée par les constructeurs de carosserie et pour tous travaux de forgerons, ainsi que pour la trempe et le durcissement des outils, tels que les scies, lames, etc. ; le soudage de fils métalliques par la forge liquide donne de bons résultats. Son emploi dans des conditions normales revient à un prix moins élevé que la forge à charbon, l'économie s'élevant souvent, d'après le constructeur, à 50 pour 100. Le métal à chauffer, durcir ou tremper est plongé dans la dissolution et amené rapidement à la température voulue en un temps variable de quelques secondes à quelques minutes, selon la portée et le calibre de la pièce à travailler; le courant se règle automatiquement suivant les dimensions de cette pièce et n'est employé entièrement que pendant le temps nécessaire au travail, toute son énergie est donc utilisée.

Avec des crampons, on peut brasser, façonner, forger et scier électriquement, ainsi que pour courber tous les métaux. Ainsi on peut s'en servir pour enrouler les ressorts d'acier pour divers usages, pour la fabrication de fer et d'acier enrubannés pour outils, pour courber et façonner les maillons de chaînes, pour le dressage de barres et d'arbres courbés, pour le recuit local des pièces trempées et le durcissement des pièces d'acier et de fer, pour chauffer les pièces qui doivent être travaillées à chaud, pour façonner des barres et tuyaux aux formes désirées, pour braser certaines parties de bicyclettes, canons de fusils, radiateurs, ornements de cuivre, etc., et pour river les plaques de chaudières, les plaques de vaisseaux, etc.

Avec ces appareils, lorsque le soudage est fini, la structure du métal est absolument homogène, la chaleur est absolument contrôlée, on peut maintenir une température quelconque pendant le temps voulu, l'o-

pération peut être surveillée continuellement, le métal pendant le chauffage restant toujours visible. Comme autres avantages, nous signalerons la suppression des soufflures, la rapidité, car le procédé est presque instantané dans les pièces de petits diamètres et ne demande que quelques secondes pour les pièces d'un diamètre supérieur ; la précision, en effet les soudures restent toujours à la place voulue pendant l'opération, grâces aux crampons employés ; la concentration de la chaleur à l'endroit de la soudure, évitant ainsi un chauffage superflu ; la propreté et la suppression des impuretés nuisibles et des boursouflures.

— L'arc voltaïque mauvais pour le fer, au contraire, est excellent pour souder, pour braser, pour recoller des tôles, pour réunir des barres. Il réalise, en effet, avec une rare puissance le chalumeau des physiciens. Ce procédé de soudure est largement usité d'ores et déjà. Il sert notamment à faire des fils de métal continus, avec des bouts de fils qui, jadis, restaient à l'état de déchets, à souder des boucles, des anneaux, des bandages de roues, des marchepieds, des essieux. Dans les arsenaux américains, on fabrique ainsi des obus soudés en plusieurs pièces : on soude les joints des rails de tramways, aux États-Unis, en Europe et à Paris même, sur quelques lignes. Lorsque l'on en parla, tout d'abord, les ingénieurs de la vieille école protestèrent énergiquement. D'une part, ils ne connaissaient pas de procédé permettant de souder entre eux des rails mis en place. D'autre part, on prétendait que des rails soudés continus, soumis aux contractions et aux dilatations inhérentes au métal, se contorsionneraient, se contourneraient, arracheraient leurs attaches, disloqueraient tout. L'expérience a prouvé que cela ne se produit pas du tout, du moins sur les rails de tram-

ways, et il paraît probable que l'on emploiera aussi ce procédé pour les rails de chemin de fer un jour ou l'autre. Que devient, après la soudure, la contraction du métal ? Où passe sa dilatation ? On n'en sait rien. Il paraît probable que le métal bien soudé est obligé de supporter dans son for intérieur, ces actions mécaniques et, comme il ne peut pas faire autrement que de les supporter, les rails restent soudés et bien soudés. Pour souder sur les voies de tramways : un tramway spécial apporte la machine à souder, semblable à une énorme pince de homard ; il apporte aussi un fourneau duquel on fait couler à volonté du métal limpide dans le joint. Le métal coule, la pince de homard l'écrase comme de la cire à cacheter et c'est fait. Mais, comme il faut pouvoir réparer les voies, on ne peut pas les enlever d'un seul bloc. Qu'à cela ne tienne ! Un autre tramway électrique est dans les dépôts de la compagnie : celui-là est muni d'une scie électrique extrêmement affutée et active. Il arrive sur l'emplacement du joint soudé et le scie comme on scierait une bûche, en quelques instants.

Il convient de signaler aussi, parmi les applications de ce « travail électrique des métaux », qui rend tant de services, le cintrage des tuyaux et le recuit des plaques de blindage des navires aux endroits où l'on veut y percer des trous pour les accrocher aux flancs des navires. Au début l'on perçait les trous avant de « tremper » la plaque et, alors, la moindre erreur rendait la la pose très difficile. Maintenant on trempe la plaque, puis aux points désignés pour être percés, on développe avec le courant électrique une température locale de 500 à 600 degrés qui détrempe le métal tout juste en cet endroit. On peut ainsi percer des plaques blindées sur lesquelles s'émoussent et se cassent tous les outils d'acier les mieux trempés eux-mêmes.

— Toutes les soudures de câbles en aluminium présentées ou adoptées ont été trouvées défectueuses à la pratique à cause de l'alliage qui se formait à la surface de l'aluminium, ce qui est très nuisible. Récemment, M. W. C. Heraens, de Hanau-sur-le-Mein, a proposé un moyen nouveau qui peut donner, dit-il, de bons résultats. Ce praticien qui a acquis une longue expérience dans le travail de l'aluminium propose de souder les fils ensemble, et il dit avoir réussi à obtenir par le procédé de soudure tel qu'il n'a été jusqu'ici appliqué que pour le fer. A part cette solution qu'il propose, la plupart des joints employés pour les fils d'aluminium, jusqu'à présent, reposent sur la force mécanique des fils par le tortiollement, on n'emploie un élément de soudure que pour remplir les interstices du joint, et on ne s'y fie pas pour donner plus de solidité à ce dernier.

CHAPITRE V

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

Les nouveaux câbles sous-marins. — Télégraphie multiplex. — Télautographe. — Système de signaux sous-marins. — Nouveau microphone des téléphones allemands. — Innovations téléphoniques. — Signaux divers.

Nouveaux Câbles sous-marins.

L'événement télégraphique de l'année est la fin des opérations de la pose du câble sous-marin mettant directement en communication Marseille et Tanger,

d'après les études préliminaires de M. Bayol. C'est le vapeur *Charente*, spécialement outillé pour cette délicate et importante opération, qui a été choisi pour poser ce câble, dont la longueur est de 554 kilomètres et qui a été relié à Oran, au grand câble de Marseille. Entre autres avantages, ce câble permettra au gouvernement français d'amorcer à Tanger un raccord avec le câble de Saint-Louis du Sénégal, et de pouvoir communiquer directement avec cette colonie, sans emprunter la voie anglaise. De plus, le prix et les délais de transmission seront sensiblement diminués.

On n'ignore pas que la plupart des câbles sous-marins appartiennent aux Anglais. Il n'est pas besoin de faire ressortir les inconvénients ou plutôt les dangers d'une telle situation, surtout en cas d'une guerre maritime. Ces dangers et ces inconvénients ont été maintes fois exposés à la tribune du Parlement. Nous n'y reviendrons pas, d'autant que le gouvernement a reconnu la nécessité d'établir promptement un vaste réseau sous-marin, qui nous permettra de communiquer directement avec nos lointaines colonies.

Avant de poser le câble, il faut naturellement étudier la route qu'il convient de lui faire suivre. Des sondages sont pratiqués à cet effet et d'autant plus rapprochés que le fond est plus accidenté. Les sondages déterminent non seulement la profondeur, mais aussi la nature du sol. C'est d'après ces sondages que l'on calcule la longueur supplémentaire à donner au câble pour lui permettre de suivre les différences de niveau du fond. Ce travail accompli, le câble est embarqué sur un navire spécialement aménagé à cet effet, et qui peut marcher aussi facilement en arrière qu'en avant. Les bouts côtiers du câble étant solidement amarrés au rivage sont posés à bras ou à l'aide de chalands jusqu'au point où le navire stationne. Cette opération

terminée, le navire lève l'ancre et file le câble derrière sans s'arrêter, tant qu'il ne se produit pas d'accident. Autant que possible, on fait suivre au câble la configuration du sol, qui est parfois fort accidenté. Pendant ce temps, le navire est en communication électrique avec le rivage, où se trouve un poste dont la mission est de répondre aux signaux du navire. On s'imagine combien il faut de précautions et de vigilance pour prévenir tout accident, lorsqu'on sait que, pour une profondeur de 2,900 brasses et avec un filage de six nœuds et demi à l'heure, il y a, suspendue à l'arrière du navire, une longueur de 25 ou 30 milles marins de câble avant qu'un point de celui-ci touche le fond, et que chaque point met trois heures à descendre.

L'installation du câble entre la France et le Maroc n'est que le commencement d'un vaste projet de réseaux sous-marins qui comprendra les lignes suivantes : dans l'Océan Atlantique : ligne Rochefort-Dakar, 2,224 milles ; ligne Dakar-Buenos-Ayres, 3,874 milles ; ligne Dakar-Kotonou-Libreville, 2,168 milles ; ligne Libreville-Mossamédès, 1,074 milles. Soit un total de dépenses de 86,732,252 fr., y compris 100,000 fr. pour le navire d'entretien. Dans l'Océan Indien : ligne Tamatave-Saint-Denis, 381 milles, coût : 2,333,418 fr. Dans les mers de Chine : ligne Saïgon-Poulo-Condore, ligne Saïgon-Macao, ligne Macao-Amoy, ligne Amoy-Shanghaï, ligne Shanghaï-Port-Arthur, ligne Port-Arthur-Takou, 2,865 milles ; ligne Saîgon-Poulianak, ligne Poulianak-Batavia, 1,291 milles. Soit un total pour les mers de Chine, avec 700,000 fr. pour le navire d'entretien, de 30,158,340 fr. Dans la Méditerranée orientale : ligne Bizerte-Ergastiria, ligne Ergastiria-Sébastopol, ligne Ergastiria-Beyrouth, 2,173 milles... Il faut ajouter à ces frais les dépenses d'entretien des câbles sous-

marins qui varient avec les régions ; ainsi dans l'archipel des Indes Orientales et dans d'autres mers d'une situation similaire, elles sont bien plus considérables que dans des climats plus normaux. La raison la plus apparente c'est que dans ces régions les interruptions de communications sont le plus souvent causées par des tremblements de terre sous-marins qui sont très communs dans ces parages et les dégâts sont beaucoup plus nombreux par cette cause que par d'autres. Tout récemment, le câble de Galveston à la côte mexicaine cessa de fonctionner ; lorsqu'on fit les réparations on s'aperçut qu'une rupture s'était produite et qu'elle avait été causée par un tremblement de terre. La télégraphie sans fils entre les îles ou les continents voisins a déjà rendu des services dans ces cas particuliers.

« Si l'on voulait faire éclater les dangers d'un monopole étranger sur un télégraphe qui relie un Etat à ses colonies, il suffirait de rappeler ce qui se passe à Aden (voie de France à Madagascar et à la Réunion), où l'Angleterre a suspendu depuis deux ans la transmission des télégrammes en chiffres et en langage convenu, même vers les colonies françaises et allemandes. Les lecteurs de ce journal savent également que le réseau de fils tendu par les Anglais sur le monde a fait de Londres le « marché des nouvelles » et lui assure un immense avantage dans les affaires financières et commerciales. Une première précaution a été prise par le rachat des câbles de la Compagnie West-African, qui joignent à Dakar nos colonies de la Guinée, de Côte-d'Ivoire, du Dahomey et du Congo. En second lieu, on a décidé l'établissement d'un câble sous-marin direct de Brest à Saint-Louis du Sénégal. Mais on ne peut se dissimuler qu'en cas de guerre navale ces câbles sous-marins seraient fort exposés : leur

rupture isolerait nos colonies. Les relations ne seront assurées que par un télégraphe terrestre, le télégraphe transsaharien. Cette entreprise est parfaitement réalisable. D'Alger au Niger, la moitié du trajet est faite, puisque les oasis du Touat, Inshalah et Akabli sont à mi-route. Du sud de ces oasis jusqu'à Tombouctou (qui est relié télégraphiquement au Sénégal et au Dahomey), il n'y a guère que 1.200 kilomètres. De bons chameaux pourraient effectuer la traversée en une vingtaine de jours. Deux colonnes, partant l'une d'Akabli, vers le sud, l'autre de Tombouctou, vers le nord, n'auraient chacune que 600 kilomètres à parcourir pour se donner la main. Dans l'extrême Sud-Algérien, en plein désert, nous avons dès à présent un réseau télégraphique de 2.000 kilomètres. Ces lignes sont constituées à l'aide de poteaux en bois de 6m 50 et de fils de cuivre de 2 ou 3 millimètres de diamètre. Dans le sable des grandes dunes, on pose jusqu'à 20 kilomètres de ligne par jour. Les indigènes respectent notre réseau télégraphique, d'autant plus que pour leurs opérations commerciales ils en usent fréquemment. Le poste de Ouargla transmettait, dès 1899, sept mille dépêches, celui de Laghouat plus de trente-sept mille. Mais, au-delà du Touat, la pose d'un télégraphe ordinaire serait bien coûteuse; il faudrait, pour porter les poteaux, former d'immenses caravanes de chameaux, les défendre contre les Touareg par de coûteuses escortes militaires : la dépense irait à une dizaine de millions pour le moins. Ajoutez celle de l'installation d'une dizaine de fortins ou blockaus nécessaires pour la surveillance et les réparations de la ligne. Ces difficultés ont fait hésiter devant le projet du télégraphe transsaharien, malgré l'intérêt et l'urgence de cette entreprise. Mais le problème est tout à fait simplifié par les récents progrès de la télé-

graphie sans fil. On vient de communiquer à 390 kilomètres sur les côtes françaises de la Méditerranée : les Italiens annoncent qu'ils le font régulièrement entre la Spezzia et la côte de Sardaigne, apparemment vers leur port militaire de la Maddalena ; ils vont l'essayer entre Rome et la Sicile, à 600 kilomètres (1). Quoique la transmission paraisse plus facile en atmosphère humide que dans l'atmosphère sèche du Sahara, il y a tout lieu de croire qu'au prix de quelques perfectionnements, on pourrait organiser la télégraphie sans fil entre des postes espacés de 400 kilomètres. Il suffirait donc de créer, entre le Touat et le Niger, deux de ces fortins ou kasbahs, lesquelles sont imprenables aux nomades du désert. » (André Berthelot, *Le Matin*, 28 octobre 1901.)

Le télégraphe transmadagascarien. — La ligne de Betroka à Fort-Dauphin vient d'être inaugurée après quatre mois de travaux activement poussés. L'île de Madagascar se trouve donc traversée dans toute sa longueur, soit 1,600 kilomètres, par une ligne télégraphique reliant Diego-Suarez, Tananarive et Fort-Dauphin.

— Les Anglais ont commencé, le 16 avril, la pose d'un câble télégraphique destiné à relier l'île de l'Ascension au continent africain et au réseau général des câbles.

— On annonce la pose prochaine d'*un câble devant relier l'Angleterre à Vancouver et de là au Queensland et à la Nouvelle-Zélande* en passant par les îles

(1) Ces chiffres sont actuellement inexacts,... peut-être pas pour longtemps! d'autant plus que l'ingénieur Victor Popp, aidé de MM. Branly, Santelli,... étudient la question d'extension des distances, en utilisant l'eau, le sol.... (*L'Événement*, 2 décembre 1901.) — Transmission Poldhu-Terre-Neuve.

Fidji. Ce câble doit être terminé en 1902 et coûtera près de 50 millions de francs. On estime que la transmission des messages de Londres en Australie ne demandera que vingt minutes, et l'on pense que le tarif actuel, de 4 fr. 35 par mot, pourra être notablement réduit. Il est intéressant de rappeler qu'il y a seulement quatorze ans, le tarif était encore de 13 fr. 50 par mot.

Télégraphie multiple reversible.

Un appareil nouveau, encore théorique en 1900 et qui porte le nom d'*Appareil multiple harmonique*, est dû aux savants travaux de M. Mercadier, et il a parfaitement réussi entre Paris et Bordeaux (*Le Matin*, 26 octobre 1901). La Télégraphie multiple reversible est la transmission rapide sur le même circuit de plusieurs signaux distincts, émis par plusieurs sources électriques distinctes, elle opère cette transmission de deux manières (*Inventions illustrées*) :

A. — Transmission entre deux postes de plusieurs signaux *dans un seul sens*. *Le croisement simultané* à tout instant et en tout point du circuit de ces signaux ne pouvant avoir lieu, c'est la *Transmission multiple non reversible*, du reste, *successive*, si en tout lieu du circuit les signaux se *suivent* plus ou moins rapidement ; mais, au contraire, *simultanée* si, en tout lieu du circuit, les signaux circulent *simultanément* à tout instant et sans se confondre.

B. — Transmission de plusieurs signaux *simultanés et dans les deux sens à la fois*, de telle sorte que plusieurs signaux à tout instant et à tout endroit du circuit se *croisent* sans se confondre ni se dénaturer. C'est la vraie transmission multiple reversible. Il série

toute une suite d'appareils d'inventeurs divers, appareils dits duplex, quadriplex, multiplex, suivant qu'ils donnent la transmission reversible de 2 signaux, 4 signaux — *n* signaux — (*n* étant 2 — 4 — 6, etc.). L'appareil de M. Mercadier, dont nous allons donner la description, appartient, comme nous l'avons dit, au type multiplex, son *n actuel* équivaut 24. L'essence même du multiplex étant de transmettre simultanément, dans les deux sens, des séries de signaux distincts, il s'ensuit que les récepteurs des deux postes communiquants devront être accessibles aux courants transmis d'un et d'autre côté sur la même ligne et cela *constamment*. Donc cette ligne devra être constamment reliée aux récepteurs des deux postes, et un courant émis par un poste sera obligé de traverser les récepteurs de ce poste, ou pour le moins agir sur ces récepteurs avant d'arriver, par la ligne, aux récepteurs du poste correspondant. Pour y arriver, on installe un circuit dit *extincteur ;* on comprend, en effet, que pour recevoir des signaux dans un poste juste au moment où on transmet soi-même des signaux, il est de toute nécessité que l'effet des signaux *transmis* sur les récepteurs du transmetteur soit annihilé et rendu quantité négligeable par rapport à l'effet des signaux *reçus*. Cet extincteur est une série d'appareils combinés de façon à rendre nuls les effets des signaux transmis sur les récepteurs du poste transmetteur.

Un système de télégraphie reversible, qu'il soit duplex, quadruplex ou multiplex, devra donc comprendre les circuits suivants, ouverts ou fermés suivant les besoins : 1° circuit transmetteur (renfermant les appareils transmetteurs des courants) ; 2° circuit récepteur (renfermant les appareils récepteurs) ; 3° circuit de ligne (formée par la ligne simple et terre aux 2 bouts, ou ligne double système de téléphonie) ;

4° circuit extincteur (renfermant les appareils qui doivent annihiler l'action des signaux envoyés par le transmetteur sur les récepteurs de son propre poste).

Tous les appareils duplex et quadruplex ont leurs divers circuits transmetteurs de ligne, récepteur et extincteur en contact *direct* (en un ou plusieurs points) les uns avec les autres, ce contact se fait ou au sommet d'un pont de Wheastone ou bien au point de bifurcation des deux parties d'un appareil différentiel. Nous connaissons quatre appareils très répandus dérivant de ces principes : 1° un duplex système Ailhaud, utilisé par les câbles sous-marins ; 2° un morse monté en duplex ; 3° un duplex monté avec un pont Wheastone ; 4° un duplex monté en différentiel. Un duplex Edison pourtant a son circuit récepteur différent des autres en ce sens qu'on agit sur lui à distance, par induction et pourtant, malgré çà, les autres circuits transmetteurs, de ligne et extincteur, sont reliés les uns aux autres.

Cette liaison de circuits a des désavantages : les courants de charge et de décharge et tous les courants à régime variable en général, qui se produisent sur le circuit de ligne, ont une action plus ou moins prononcée sur tous les autres circuits simultanément, de là des obstacles à surmonter tout aussi bien dans le réglage en circuit extincteur que dans les transmissions. On voit donc la nécessité de séparer tous les circuits les uns des autres, car en plus des obstacles dont nous venons de parler, il est de toute impossibilité d'arriver à régler avec simplicité, successivement et individuellement, les appareils de tous les circuits, étant données les conditions dans lesquelles les circuits communiquent entre eux *métalliquement*, le réglage d'un circuit dérange facilement les autres circuits. Tandis que l'on peut, à peu près seulement, dans quelques

duplex ou quadruplex, obtenir pour les récepteurs et transmetteurs cette séparation de circuits en installant des armatures mobiles de relais aimantés qui, par leur mouvement propre, isolent ces circuits des autres, on y arrive autrement pour le multiplex qui nous occupe, par trois procédés que voici :

a. — On sépare les autres circuits les uns des autres par des couches isolantes de fils de bobines d'induction et de relais ou autres appareils différentiels.

b. — On n'utilise pour les transmissions que des courants ondulatoires vibrants que leur *nature* mettant à même de se plier à la loi mécanique de la coexistence des petites oscillations, se juxtaposent sans se confondre et sans que l'emploi d'un mécanisme spécial soit nécessaire (ce qui a fait donner à ce système le nom de *reversible*).

c. — On transforme dès le début tous les courants collectés, dans un premier circuit, en courants, vibrants, semblables, *par induction*, dans d'autres circuits séparés du premier en se servant de l'isolant des fils de transformateurs.

Ceci dit, voyons le système de M. Mercadier : *Télégraphe multiplex harmonique*, qui peut transmettre, jusqu'à vingt-quatre signaux distincts sur un même fil. S'il est l'appareil le plus puissant qui permette l'envoi d'un aussi grand nombre de dépêches, il est malgré ça l'appareil le plus simple. Sa théorie repose sur la *coexistence des petits mouvements :* La coexistence dans un même milieu des mouvements vibratoires de minime amplitude, comme les ondes sonores, est un fait connu que l'on explique par une comparaison bien claire : que l'on jette une pierre à la surface d'une eau tranquille, immédiatement se forment des ondes concentriques qui vont en agrandissant sans

cesse leur cercle. Quand elles ont atteint l'extrémité du bassin, ces ondes se réfléchissent sur elles-mêmes, formant ainsi une série d'ondulations nouvelles et inverses des premières, qui ont ceci de particulier qu'elles se propagent à travers les premières ondes sans les modifier. Bien plus, laissez choir une seconde pierre près de l'autre, on obtient une série d'ondes nouvelles pénétrant les premières sans amener parmi elles aucune confusion. Les ondes sonores se comportent de même, ce qui explique comment et pourquoi l'oreille perçoit dans un ensemble musical toutes les notes émises, et différencie, dans la masse des instruments que composent l'orchestre, le son spécial de chaque instrument. Si on substitue aux ondes sonores les courants électriques périodiques, nous désignons par là des courants à intensité et à force électromotrice variant périodiquement pour chaque courant, ainsi que se comportent des molécules matérielles animées de mouvements vibratoires, nous pourrons assimiler complètement ces courants électriques aux mouvements périodiques de ces molécules matérielles.

Suivant une hypothèse qui s'est trouvée réalisée, M. Mercadier, poussant l'analogie jusqu'au bout, s'est dit que ces courants devaient être régis tout aussi bien que les masses matérielles par la loi des petits mouvements et bénéficier de propriétés identiques de coexistence, de pénétration, de superposition, sans qu'il y ait jamais confusion. La pratique réalisée par le multiplex confirma sa théorie : son multiplex donne en effet des courants électriques de diverses périodes qui circulent en même temps dans le même conducteur. La phase de ces courants peut varier sans altérer leur période, et enfin on arrive à croiser ces mouvements électriques simples dans tous les sens.

On sait qu'avec les appareils multiples en service

actuellement, on distribue la ligne à 2, 3, 4 opérateurs, mais *successivement*, de telle sorte qu'on ait une utilisation ininterrompue du conducteur. Le matériel est compliqué : claviers transmetteurs, appareils spéciaux pour emmagasiner et traduire les signaux, etc., il faut en plus, si l'on veut avoir une *coïncidence parfaite* entre les distributeurs de départ et d'arrivée correspondants, n'utiliser que des régulateurs d'une précision impeccable, et plus le multiple employé desservira un grand nombre de transmissions, plus s'imposera cette nécessité de coïncidence, de synchronisme ; ce qui explique que le plus parfait des télégraphes multiples électro-mécaniques en usage en ce moment ne peut pas, dans la pratique, fonctionner au-dessus de six transmissions par fil. Tout autre est le multiplex harmonique Mercadier, qui est un télégraphe à transmissions simultanées. Comme il différencie les transmissions en se servant de courants alternatifs, à période dissemblable, il ne lui faut ni distributeurs synchronisés, ni récepteurs à traduction. Il reçoit *acoustiquement* les signaux du Code Morse : Douze diapasons de valeurs toniques distinctes donnent douze courants ondulatoires à périodes distinctes. — Douze clés Morse qui forment et émiettent les signaux. — Un récepteur général au relais, qui a pour mission de recevoir les courants et reproduit le signal mais renforcé à l'aide d'un petit appareil microphonique spécial. — Douze monotéléphones qui sélectionnent les transmissions superposées dans le conducteur et répétées en bloc par le relais récepteur. — Enfin et en plus quelques transformateurs, des boîtes de résistance, des condensateurs, et voilà en bloc tout l'appareil. Les douze diapasons grimpent par demi-ton en *si*, indice 3, ou *la* dièze indice 4, un électro-aimant tout petit est logé dans la fourche du diapason et placé dans le cir-

cuit d'une pile de deux éléments Bloc et a pour but de les maintenir constamment en mouvement vibratoire. Le circuit de la pile du diapason se ferme au contact d'un bouton spécial avec une tige ou style d'acier monté sur une des branches du vibrateur ; que si le bouton est poussé contre le style, le courant passe et l'électro-aimant attire les branches du diapason, ce qui rompt le courant, momentanément, car la branche élastique du diapason ramène le style en contact avec le bouton spécial, de nouveau le courant passe, et c'est ainsi que se produit la vibration du diapason, vibration qui durerait indéfiniment, avec une vitesse en raison directe de la note que doit émettre le diapason. Une dérivation, prise sur le circuit de la Bloc, dont nous venons de parler, se ferme à travers le circuit primaire d'un transformateur à enroulements égaux, une clé Morse est intercalée sur le courant secondaire de ce transformateur. Abaissons cette clé, nous lançons dans ce secondaire un courant ondulatoire induit de période égale à celle du courant formé par le vibrateur dans le circuit primaire.

C'est sur un circuit commun se fermant par les enroulements primaires de deux autres transformateurs que se branchent les douze transformateurs particuliers. Ces deux transformateurs sont des élévateurs de tensions et c'est aux deux bouts du secondaire d'un de ces deux transformateurs que viennent s'amorcer les deux bouts de la ligne. Examinons simplement un de ces deux transformateurs, celui de droite. Les courants émis par les transmissions particulières des clés de Morse et reproduits par induction dans le secondaire du transformateur que nous étudions, parcourent une des hélices d'un électro-aimant placé sur un des fils de la ligne et se ferment par cette ligne bouclée sur le récepteur du poste opposé. Les courants sont mainte-

nant émis de l'extérieur, ces courants parcourent la première hélice du récepteur d'entrée, le récepteur est un relais télémicrophonique différentiel formé d'un téléphone à diaphragme spécial, d'un microphone constitué par une pastille de charbon fixée au centre du diaphragme. Le circuit de ce microphone contient un élément de pile Bloc et se complète par le primaire d'un transformateur sur le secondaire duquel les douze monotéléphones sont montés en série : les douze variétés de courants ondulatoires qu'amène la ligne traversent ces douze monotéléphones avec une intensité d'autant plus grande que le microphone reproduit en les amplifiant tous les signaux électriques de cette ligne.

Voilà ce qu'est le *monotéléphone :* cet appareil, sorte de récepteur particulier analyseur, dû au génie inventif de M. Mercadier, est un simple cylindre qui renferme un aimant, comme dans le téléphone ordinaire une bobine entoure le noyau de cet aimant, ce noyau est creux, toutefois la membrane horizontale n'est pas comme dans le téléphone enchâssée dans tout son pourtour, elle ne repose que par trois points seulement qu'on a eu soin de choisir juste sur la ligne nodale de son premier harmonique ; dispositif qui n'a pas raison d'être pour le téléphone, où la membrane maintenue dans toute sa périphérie est privée de sa valeur tonique personnelle et est apte par conséquent à reproduire tous les sons. Cette façon de maintenir la membrane a pour effet de ne la laisser vibrer *sensiblement* que pour une seule note. La première harmonique de la première plaque est obtenue par calcul basé sur le diamètre de la plaque, c'est le 4^3, la deuxième *idem*, donnera le *do* indice 4, et ainsi de suite. Comme chaque plaque est en accord avec l'un asons transmetteurs, lorsqu'on fera passer

dans la première série des monotéléphones le groupe des courants ondulatoires qu'envoie le poste correspondant, il s'ensuit que chaque récepteur vibre pour le courant dont la période égale celle de son premier harmonique, et reste insensible chaque fois qu'il sera impressionné par les courants de période distincte de la sienne. Une seule et unique transmission parmi les douze qu'émet le poste correspondant sera reproduite par chaque monotéléphone. L'agent télégraphiste recueille les ondes sonores de la plaque par l'intermédiaire d'un tube spécial fixé au noyau creux de l'aimant. Ce système permet donc six transmissions à chaque correspondant, soit en tout douze transmissions, en duplexant le système, on arrive à vingt-quatre transmissions (1).

(1) « Au départ, plusieurs appareils, qui sont des diapasons accordés musicalement chacun sur une note déterminée de la gamme, lancent à chacune de leurs vibrations un courant très court dans le fil. Le diapason n° 1, par exemple, est accordé sur la note *la* et fait 435 vibrations par seconde ; le diapason n° 2 est accordé sur *si naturel* et en fait 489 pendant le même temps, c'est-à-dire que le premier envoie en une seconde, dans la ligne télégraphique, 435 signaux très courts et régulièrement espacés ; le second en envoie 489, et ainsi de suite. Chaque diapason met donc, quand il est en communication avec la ligne, celle-ci en participation électrique avec ses vibrations, et tous ces mouvements envoyés par les diapasons individuels circulent dans la ligne sans se confondre, absolument comme les conversations se croisent dans une chambre sans se détruire, ainsi que je le rappelais tout à l'heure. Et ces mouvements vibratoires séparés se détruisent si peu, que la ligne peut, en outre, servir aux communications télégraphiques ordinaires, avec un télégraphe Baudot à quatre claviers, du type de l'administration des télégraphes. A l'arrivée, que se passe-t-il ? Des relais micro-téléphoniques en nombre égal à celui des diapasons placés au départ, sont réglés de façon que le n° 1 ne marche que quand il reçoit 435 signaux à la seconde, c'est-à-dire ne se met en action que sous l'influence *exclusive* des signaux transmis par le diapason n° 1 (*la*) ; le relais n° 2 ne fonc-

Pour réserver à sa transmission les douze diapasons de la série, chacun des deux postes devra *étouffer* l'effet de ses courants propres dans son relais, car, sans cela, ses douze vibrations agiraient sur les monotéléphones, lesquels ne doivent répondre qu'aux courants d'arrivée ; on réalise cette condition au moyen du deuxième circuit du relais différentiel. Tel est dans ses grandes lignes cet appareil vraiment remarquable, qui réalise des économies considérables et rendra des services signalés. Comme le rendement d'un multiple semblable dépasse assurément les besoins de correspondre entre deux villes, on peut, et sans difficulté, intercaler plusieurs localités munies de ces diapasons distincts sur un seul fil circulaire, ce qui résoudrait la question des fils omnibus dans la télégraphie des chemins de fer. Ainsi, on a pu penser, par des expériences, qu'on pourrait très bien installer le poste de Tours sur un circuit Paris-Bordeaux. On sait aussi que l'appareil de M. Mercadier permet, tout aussi bien que le téléphone, le fonctionnement simultané d'un télégraphe ordinaire sur le circuit qu'il utilise déjà. On a maintenant atteint ces *desiderata :*

« L'expérience a réalisé pleinement les vues théoriques de M. Mercadier : elle a été faite entre Paris et Bordeaux. On a pu, à l'aide du diapason de M. Mercadier, faire transmettre *par un seul fil*, des signaux envoyés *par douze opérateurs à la fois*, et pendant

tionne que sous l'influence des signaux issus du diapason n° 2 (*si naturel*), et ainsi de suite. Les signaux que le fil unique transmet globalement subissent donc à l'arrivée un véritable *triage* électrique, basé sur le synchronisme des vibrations. C'est, on le voit, d'une bien élégante simplicité. »

Tel est le résumé du *Matin*, au lendemain des expériences, postérieures, du reste, à la description ci-dessus.

plusieurs heures consécutives ; bien plus : pendant le même temps, *et sans même que les opérateurs s'en aperçussent*, on a transmis par le même fil des télégrammes privés et des avis de service à l'aide des courants continus ordinaires. L'importance de ces expériences est aussi grande au point de vue scientifique qu'au point de vue de l'exploitatiou ; scientifiquement, elles constituent une nouvelle et bien frappante vérification du principe mécanique de la superposition des petits mouvements, puisqu'elles prouvent qu'en un point d'un même fil on peut faire se croiser jusqu'à *vingt cinq* mouvements électriques simultanés (douze dans chaque sens, et le courant ordinaire) sans la moindre confusion ; pratiquement, elles permettent d'obtenir des lignes télégraphiques une utilisation inconnue jusqu'ici, puisque sur un circuit de huit cents kilomètres, elles ont montré qu'on pouvait échanger *treize cents télégrammes de vingt mots à l'heure* à l'aide de douze opérateurs utilisant le même fil. Pour donner une idée matérielle de ce que représente cette rapidité des transmissions par ce nouveau système, rappelons simplement qu'une page du *Matin* renferme environ 6,000 mots. C'est-à-dire que, de Paris à Bordeaux, on pourrait, *en une heure*, transmettre télégraphiquement le contenu intégral de *quatre pages entières* du *Matin*. C'est merveilleux. Dans des circonstances comme les grandes manœuvres de La Rochelle ou la revue de Bétheny, les correspondants de journaux passent des heures à attendre leur tour de télégramme dans des bureaux desservis par des lignes encombrées. Avec le nouveau système, il suffit d'envoyer aux bureaux terminaux les appareils et les employés en nombre nécessaire ; plus n'est besoin de poser de nouvelles lignes. On peut dire que les travaux de M. Mercadier auront au moins décuplé les com-

munications télégraphiques en France. A. BERGET. (*Le Matin*) (1). »

Télautographe.

Après le *Pantélégraphe* de Caselli (2) et le *télautographe* esquissé l'an dernier, nous avons aujourd'hui un modèle parfait qui a fonctionné en 1901 devant les divers corps savants : Académie des sciences (M. Lippmann), Société française de physique (M. Kolb), Société des Gens de science (M. Brunel)... *Le télautographe* primitif de M. Gray, avec moteur, mouvement d'horlogerie, embrayage, etc., était entaché d'un grave inconvénient pratique : c'est de nécessiter quatre fils entre les postes de communication. M. Macpherson, un des élèves de M. Gray, a réussi à éliminer cet inconvénient

(1) Les expériences de 1900, de MM. Pollak et Virag, dans le même ordre de rapidité des transmissions, tentées l'an dernier entre Paris et Lyonavie ont du être abandonnées en raison du prix élevé du transport des appareils. Actuellement ces appareils sont installés sur la ligne de Budapest à Fiume, et à 365 milles de distance transmettent et reçoivent des dépêches en caractères romains à une vitesse de 40,000 mots à l'heure. Des négociations sont ouvertes pour établir ce nouveau système en France et en Allemagne, et ce dernier gouvernement a consenti à faire des expériences entre Berlin et Cologne. La ligne entrera en service d'ici peu. Il est intéressant de noter que ce système de transmission est une combinaison du télégraphe, du téléphone et de la photographie. Un rayon lumineux inscrit les messages sur un papier sensible que l'on développe ensuite et que l'on fixe. La vitesse de transmission est trois fois plus grande que celle du meilleur appareil Morse, et l'adoption de ce système réduira considérablement le coût des télégrammes (on parle de 40.000 mots à l'heure).

(2) L'*Electrographe* de MM. Herbert, P. Palmer, E. Thomas Mill, Dr Dun-Lany, a le synchronisme par un jeu de bobines et l'action à distance du pantélégraphe, avec un courant de 110 volts.

très important et à ramener le nombre de fils nécessaires à deux, mais sans pouvoir se passer des organes délicats, des bobines et contacts sans nombre. C'est à un autre élève de M. Gray, à un électricien anglais, M. Ritchie, que fut réservé le mérite d'avoir pu simplifier et mettre au point l'invention du Maître et l'appareil présenté est le résultat de ses recherches. Dans cet appareil, plus de mouvement d'horlogerie, plus de complications mécaniques. Un nombre très restreint d'électro-aimants et les deux fils qui réunissent les deux postes en correspondance suffisent, grâce à un artifice ingénieux, à transmettre toutes les manœuvres de l'appareil.

L'appareil se compose, comme tout appareil de transmission, de deux parties distinctes : le transmetteur et le récepteur. Sans parler du téléphone que l'on peut y adjoindre avec la plus grande facilité, de façon à obtenir ainsi un appareil complet permettant la transmission de la parole et de l'écriture.

Comme le double fonctionnement ne peut pas se faire simultanément, on a prévu un commutateur actionné automatiquement par le poids de l'appareil téléphonique. Le même conducteur à bouton met en même temps l'un ou l'autre pôle de la batterie locale à la terre, suivant que c'est le transmetteur ou le récepteur qui se trouve en circuit.

L'appareil étant à l'état de repos, le bouton du commutateur est maintenu abaissé par le levier placé à côté de lui, le pôle (—) de la batterie est à terre et le récepteur en circuit sur le fil de ligne, de sorte que l'appareil est prêt à enregistrer les messages sans qu'il y ait aucune manœuvre à faire. Lorsque l'opérateur pousse le levier avec son crayon, le commutateur devient libre, se soulève, met le pôle (+) de la batterie à la terre et le transmetteur en circuit à la place du

récepteur; l'appareil est alors en ordre de transmission. Les différentes fonctions électriques de l'appareil peuvent se subdiviser ainsi : 1° mouvement de la plume parallèlement au papier; 2° mouvement d'abaissement et de soulèvement de la plume; 3° avancement du papier et prise d'encre; 4° sonnerie d'appel et d'avertissement.

Le mouvement de la plume du récepteur est obtenu par la variation d'intensité des courants continus passant par les deux rhéostats intercalés sur chacun des deux fils. Les courants variables agissent sur les deux bobines galvanométriques Deprez-d'Arsonval, également intercalées sur chaque fil. Pendant les communications, les batteries des deux postes sont en série. La différence des potentiels entre la ligne et la terre est 54 volts.

Lorsque deux appareils sont en ordre de communication, un courant local passe dans l'électro-aimant qui soulève la plume. Quand le crayon du transmetteur presse sur la plaque sur laquelle le papier est tendu, il actionne un commutateur envoyant du courant au circuit primaire d'une bobine d'induction dont le trembleur se met à vibrer. Le courant vibratoire est transmis à la ligne à travers un condensateur et actionne un relai à travers un autre condensateur. L'armature du relai est attirée et la plume, lâchée, tombe par son poids sur le papier.

L'avancement du papier est obtenu en poussant avec le crayon du transmetteur jusqu'à fond de course et en relâchant ensuite le (V) situé à gauche du rectangle où l'on écrit. Ce mouvement transmis à angle droit à une bielle reliée à un volet mobile permet de pincer le papier et de le faire avancer. Le papier est emmagasiné sur un rouleau placé sous la planchette du transmetteur. Le mouvement de retour est fait par un res-

sort. Chaque fois que l'on pousse et relâche le (V) le commutateur coupe et remet le courant sur la ligne. Sur le récepteur, un relai dont l'enroulement est pris par moitié sur chacun des fils et fait dans le même sens, a son armature attirée quand le courant, même minime, passe sur les fils de la ligne ; un courant local passe alors dans les électros qui agissent sur le volet mobile et un châssis pince le papier et provoque son déplacement d'une quantité égale à celle obtenue sur transmetteur.

Système de Signaux sous-marins.

Solution cherchée depuis longtemps (Somsée), avec la télégraphie dans fil,... surtout depuis les naufrages récents de *la Russie* et du *Planier* (1). Les phares, quels que soient les perfectionnements qu'on leur apporte chaque jour, l'intensité de leur lumière, sont insuffisants par les temps de brouillard, pour prévenir les navires des dangers qu'ils courent dans le voisinage des côtes ou des récifs. Les sirènes, quand la marche du son est contrariée par le vent, sont insuffisantes pour empêcher les collisions.

Un système de signaux sonores, transmis par l'eau même, a été imaginé et expérimenté à Boston par deux savants américains, M. Arthur J. Mundy et le célèbre professeur Elisha Gray, bien connu par ses recherches sur la téléphonie, et sa science approfondie de l'acoustique, et mort en 1901. Ce système, étant don-

(1) Le Prix Pollock, destiné à récompenser les appareils qui, par signaux ou autrement, devraient réunir les trois conditions suivantes : 1° Prévenir les collisions en mer ; 2° sauver les navires en état de collision ; 3° réaliser, en cas de perte du navire, le sauvetage collectif des passagers et de l'équipage ; n'a pu être décerné faute d'une solution satisfaisante.

nés les résultats qu'il a déjà fournis, est appelé à un grand retentissement, grâce aux indications sûres, précises qu'il peut fournir. Il donne la solution de la question des signaux à distance, perceptibles par tous les temps, et surtout lorsqu'il est encore temps d'échapper au danger.

Les inventeurs firent construire pour leurs expériences, un bateau qu'ils baptisèrent la *Sea Bell*, la cloche de la mer (*Scientific American*). Le bateau emportait avec lui une cloche de 250 kgs dont le battant était mû électriquement. La force nécessaire était fournie par une dynamo actionnée par un moteur à pétrole. La cloche était suspendue dans la mer à travers un trou vertical percé au centre du bateau, à environ 20 mètres de la surface de l'eau. Un ingénieux mécanisme permettait d'obtenir soit une série continue, soit une série de coups régulièrement espacés, en nombres voulus, au gré de l'opérateur, ce qui permettait d'envoyer des messages intelligibles au moyen d'un alphabet convenu d'avance, chaque lettre étant représentée par un nombre déterminé de coups.

Un clavier semblable à celui des machines à écrire porte sept clés reliées par des fils partant de la dynamo à un commutateur spécial qui sert à envoyer le courant dans la cloche. Un tableau placé devant indique les chiffres correspondants aux différentes lettres de l'alphabet. Au lieu d'immerger la cloche à l'aide d'un bateau, on peut la fixer également, de façon permanente, à une bouée, et la maintenir au-dessous de l'eau à une profondeur et à une distance quelconque du rivage. Dans ce dernier cas, le courant actionnant la cloche doit être amené au moyen d'un câble sous-marin. Le son, produit de cette façon dans l'eau, parvient très distinctement à un navire passant à environ 2 kilomètres du signal, à condition d'écouter à l'inté-

rieur du navire, dans un endroit aussi renfermé de la coque que possible. Les ondes sonores produites par la cloche, progressent à travers l'eau, frappent la carène du navire, et se réunissent dans l'intérieur produisant un son que l'on perçoit sans être préalablement prévenu, sans qu'il faille prêter attention, comme si ce son était produit à côté de soi. On entend, toutefois, ce son plus parfaitement en plaçant contre la paroi du navire l'extrémité d'un morceau de bois et posant l'oreille contre l'autre extrémité. Un cornet acoustique ordinaire, comme ceux dont se servent les gens durs d'oreille, fixé à l'extrémité d'un tuyau et immergé à quelques mètres sous l'eau, son pavillon étant fermé par un tympan métallique, permettait, dans les expériences, à l'observateur placé à l'autre extrémité du tuyau acoustique, d'entendre la cloche à une distance de 5 kilomètres.

Pour des distances plus importantes, le professeur Gray a inventé un récepteur, un résonateur électrique. Une connexion est installée entre le tympan du cornet immergé et un point du navire, la cabine du pilote par exemple, et les sons parviennent distincts, comme à travers un téléphone ordinaire.

La preuve expérimentale a été faite de l'efficacité de ce système, le 31 décembre 1900, le dernier jour du siècle défunt, en présence de nombreuses personnalités du monde savant américain. La cloche fut immergée près du phare de Boston, et le bateau emportant les invités fila vers la haute mer. A 2 k. 500, le son était perçu très distinct et très pur ; à 7 km., il était toujours aussi distinct et presque aussi pur qu'à 2 km, 500 ; à 13 km, toujours aussi distinct et presque aussi pur qu'à 7 km ; enfin, jusqu'à 20 km, le son fut perçu très distinct par moments, plus faible à d'autres, mais à cette distance même, le son était suffisant pour servir d'a-

vertissement. Ainsi, il ressortait de ces expériences, que la cloche transmettant ses ondes sonores dans l'eau, pouvait assurer par tous les temps, la sécurité des navires dans un rayon de 20 km autour de son point d'immersion. Les cloches de sons différents sonnant alternativement, et à certains moments simultanément, permettront de reconnaître leur position. Elles seront immergées non plus sur un bateau avec générateur de force, mais à 15 km sous l'eau aux endroits dangereux, suspendues à des bouées et maintenues en place par des ancres. Elles seront reliées électriquement au rivage par des câbles et seront ainsi mises en action par un poste déterminé.

Un récepteur peut déterminer la direction d'où vient le son, en traçant deux simples lignes droites sur la carte ou reconnaître immédiatement la position du navire. Enfin, un appareil avec récepteur électrique met automatiquement une sonnerie en mouvement dans la cabine du pilote, lorsque le navire arrive dans une zone dangereuse.

M. Munday, récemment, a imaginé une méthode pour piloter sûrement dans le port un navire venant de la haute mer. En deux points également distants de l'entrée du port, on immerge deux cloches qui fonctionnent électriquement et sont actionnées simultanément au moyen d'un câble immergé. Comme les ondes sonores se propagent dans l'eau, de même que dans l'air, d'une manière uniformément rapide, le navire, pour entendre simultanément les deux cloches, doit être également éloigné d'elles d'eux. Comme chaque cloche a un son différent, l'observateur inégalement éloigné d'elles peut déterminer sans peine, en jetant un coup d'œil sur sa carte marine, et cela par la hauteur des sons et la longueur des intervalles de temps, si le navire doit modifier sa route, de manière à en-

tendre également bien les deux cloches et trouver ains· exactement le chenal d'entrée. En installant une troisième cloche, on peut obtenir une sorte de « triangulation acoustique » et, de cette manière, on parviendrait à fixer encore plus sûrement la direction à donner au navire.

Ce système aurait permis d'épargner des vies innombrables et des milliers de navires qui se sont perdus en sortant de leur direction et couraient à leur destruction alors que leur commandant n'y prêtait aucune attention, se croyant parfaitement en sûreté. Il est évident que des navires, armés d'une cloche et d'un récepteur, ne pourront plus avoir de collisions et pourront s'envoyer au passage des dépêches intelligibles d'une façon très simple : ils pourront également en échanger avec les côtes.

Un moteur mis en mouvement par les vagues peut également actionner une sonnette avertisseur. (P. 273.)

Nouveau Microphone des Téléphones allemands.

Pour parler de Berlin à Paris-Vienne-Bordeaux, mais encore de Hambourg à Fiume, l' « Actien-Gesellschaft Mix et Jenert », de Berlin, a exécuté un appareil choisi par l'administration : c'est un nouveau modèle de microphone allemand, utilisé pour les postes d'abonnés, logé sur un support en bois fixé sur le devant de l'appareil, est à grenaille et n'exige plus au poste deux transmetteurs différents. Ce support soutient une partie horizontale de l'appareil, partie qui se termine par le microphone et par l'embouchure. Au milieu de ce support est un tube fixe immobilisé par un collier. Dans ce tube fixe se trouve un deuxième tube, celui-là mobile, et, sur le devant de ce

tube mobile, un troisième tube fixé par une vis. Grâce à cette disposition, on peut tourner toute la boîte, contenant et contenu, sans être pour cela forcé de l'enlever. Au centre du tube mobile se trouve une sorte d'étui ou gaîne d'ébonite, dans laquelle repose un cylindre en métal aux deux bouts pointus qui servent de conducteurs entre deux ressorts. L'un de ces ressorts est fixé au fond de la plaque métallique, dont il reste isolé. Le courant passe par un conducteur isolé à travers le fond de la plaque métallique jusqu'au support d'une plaque de charbon strié; cette plaque de charbon est fixée sur une membrane de charbon par l'intermédiaire d'un anneau d'étoffe qui embrasse d'un côté la plaque de charbon et de l'autre côté la membrane. Entre cette membrane et la plaque de charbon se trouve un espace qui est rempli de grenaille de charbon. L'extrémité d'un pinceau de fils de laine se trouve au milieu de la membrane, tandis que l'autre bout du pinceau est fixé à la plaque de charbon. On règle, par le moyen d'une vis, la pression de ce pinceau sur la membrane. Une capsule en métal, complètement séparée, et qui se fixe dans une boîte métallique par une embouchure spéciale, par un joint à la baïonnette : tels sont les éléments du microphone. Le cylindre métallique, engaîné dans l'étui d'ébonite dont nous venons de parler et qui sert de conducteur entre les deux ressorts, a ses communications entre les deux poutres et ces deux ressorts munis de contacts de platine. La pile microphonique est reliée à l'un de ces ressorts, qui amène à son tour le courant au cylindre métallique décrit plus haut, lequel le communique au deuxième ressort, avec lequel il est en contact par son autre extrémité, de là à la membrane en charbon à travers la boîte métallique, vers un collier qui fixe l'autre pôle de la pile. La membrane en char-

bon est protégée contre toute détérioration possible par une toile métallique placée à l'intérieur de l'embouchure.

Ce nouvel appareil permet de régler la sensibilité, c'est là un microphone dit « à grande sensibilité », puisqu'on peut entendre, très distinctement, au poste de réception, de tous les points d'une salle assez étendue, tous les sons transmis, à condition toutefois que la ligne n'excède pas 10 kilomètres : faculté des plus précieuses toutes les fois qu'il devient impossible de garder le téléphone à l'oreille. La façon dont les grains de charbon, ainsi que les organes logés derrière la plaque de charbon, sont fixés à la membrane devant laquelle on parle, et le tour de main employé pour les serrer contre cette membrane, influent beaucoup sur la faculté de modifier l'intensité des sons à de grandes distances. Il faut savoir fixer cette membrane pour lui laisser la liberté d'épouser les vibrations du son et d'assurer une corrélation convenable des ondes sonores et des ondes électriques, toutes choses qui se retrouvent dans la façon dont la parole est reproduite. On doit aussi ce résultat au pinceau de laine emprisonné dans l'embouchure, et qui atténue les vibrations de la membrane même. Le diamètre relativement réduit de la membrane en charbon, diamètre qu'on peut diminuer (étant donnée la grande sensibilité de tout l'appareil), est peut-être le dispositif qui favorise le plus la reproduction bien fidèle des sons.

Tous les microphones à grenaille ont un inconvénient commun : à la longue, l'agglomération des grains diminue la sensibilité de l'appareil; on y remédie en partie en retournant légèrement la boîte (ce qui est possible, comme nous l'avons expliqué plus haut); ce déplacement met les grains en mouvement,

empêche leur cohésion et rend à l'appareil sa sensibilité du début.

Il n'y a pas identité de résistance électrique avec ce microphone, elle peut varier d'un poste à l'autre de 5 et même de 12 ohms. Cela tient à la distribution actuelle des grains de charbon. On admet comme intensité maximum de courant 0,3 ampère; un peu plus d'intensité dans le courant serait préjudiciable à la voix et, en plus, il est bon de savoir que l'échauffement exagéré du passage du courant risque fort de détériorer l'appareil. La plaque, qui est incontestablement la partie essentielle du microphone, qui est, on peut bien le dire, le microphone même, peut être facilement remplacée, faculté bien importante au point de vue économique. La propriété quc possède le microphone, et que nous venons de signaler, de pouvoir faire tourner la boîte, est un grand avantage pour empêcher le tassement des grains de charbon et amplifier ainsi la sensibilité de l'appareil, mais c'est un avantage plus considérable et plus appréciable en ce sens qu'il permet le remplacement commode et rapide de la capsule du microphone, quand l'appareil commence à fatiguer; partant, plus besoin d'ouvriers techniques, plus d'interruption dans le service; faculté précieuse pour les microphones portatifs et facilement dérangeables. Le coût de cette membrane, pourtant si importante, est minine. Cet appareil, avec sa faculté précieuse de remplacement instantané de la capsule du microphone, rend, dans tout l'empire allemand, d'immenses services dont a bénéficié l'industrie sans cesse grandissante de ce pays. Le microphone est presque hermétiquement clos dans une boîte, ce qui le met à l'abri de toute cause de détérioration. Et le tout coûte très bon marché.

Innovations téléphoniques diverses.

Le *Journal Téléphoné* ne se borne pas à la simple vulgarisation d'un fait divers, d'une interview vieux jeu; il fait mieux et plus, il parle, il chante, il joue,.. orateur, chanteur, orchestre, il est tout à la fois. Le pays de Cocagne où est éclos ce journal stupéfiant est Budapest, capitale de la Hongrie. Dès 1893, Théodor Paskas mit au jour cette sensationnelle découverte, baptisée *Telephon-Hirmondo.* La Hongrie a eu la bonne étrenne de la géniale trouvaille.

De 69 kilomètres de longueur qu'avait à sa genèse le réseau téléphonique, il passe aujourd'hui à 1.000 kilomètres; mais ça n'a pas été sans avoir à lutter : Les défectuosités dans le fonctionnement de l'appareil naquirent et s'amplifièrent avec l'accroissement des abonnés; à 1.200 services, la diminution de l'intensité du son devint notoire. Cet obstacle surmonté, à force de recherches et d'expériences, le nombre des auditeurs s'éleva à 20.000.

— Une très ingénieuse application de la téléphonie a été imaginée par le capitaine Charollais; c'est *un téléphone militaire à fil unique*, non isolé, qui peut fonctionner à près de 20 kilomètres. La terre est utilisée comme fil de retour. Un soldat porte sur son dos (comme son sac d'ordonnance) le poste téléphonique dont la communication s'établit à l'aide d'un fil enroulé autour d'une bobine, et qui se déroule de lui-même pendant la marche. Il est même possible de s'entretenir en marchant. Le porte-téléphone a la main gauche en contact avec sa baïonnette, laquelle est reliée au téléphone suspendu à son oreille. Le courant est établi ainsi et de façon permanente par

le corps et les pieds du téléphoniste qui touche le sol.

On avait même songé à utiliser la méthode en question pour communiquer avec une place assiégée : un *cerf-volant à fil métallique* eût été lancé au-dessus de la ville investie qui se fût de la sorte mise en communication avec le dehors. Mais il faudrait compter sur la nonchalance peu probable de l'ennemi qui s'apercevrait très vite et du cerf-volant et du fil de communication.

On sait encore, grâce à M. Mareschal, qui l'a pertinemment prouvé, que certaines personnes ultra-économes poussent l'ingéniosité jusqu'à utiliser, pour communiquer, les conduites d'eau et de gaz, à la condition toutefois que lesdites conduites n'aient aucun point de contact, et cela sans solder aucune redevance à la Compagnie des Téléphones. Il n'y a pour cela qu'à fixer un fil métallique à une conduite d'eau, un deuxième fil à une conduite d'eau ; on constate d'abord, si l'on relie ces deux fils à un galvanomètre, un courant d'un quart de volt en moyenne, le pôle + étant au tuyau d'eau et le — au tuyau à gaz. Que l'on relie maintenant aux deux conduites, d'abord un simple microphone et une petite pile, le tout logé dans un premier immeuble, et ensuite un téléphone dans un autre immeuble pour avoir tout loisir de converser à sa guise jusqu'à satiété.

Les Australiens, en dignes colons anglais, pratiques jusqu'aux moelles, comme leurs ascendants, font mieux encore ; leurs propriétés fort vastes, comme dans toute contrée d'élevage, sont séparées par des clôtures métalliques. Ce sont les fils de ces clôtures que les intelligents fermiers utilisent pour se téléphoner entre eux, et à des distances de plusieurs kilomètres. Le fil supérieur sert de conducteur, on installe

aux barrières une petite batterie électrique et un transmetteur : n'est-ce pas admirable de simplicité rudimentaire!

On connaît encore le *téléphone d'appartement* mis sur les fils de sonnerie, le *téléphone à paiement préalable*, que M. Lamprecht a calqué sur le système des distributeurs automatiques, si fort prisés du public depuis quelques années; une pièce de monnaie glissée dans la fente de l'appareil agit sur un levier qui établit la communication avec le bureau central.

D'intéressantes expériences de téléphonie ont eu lieu le 21 juin, à l'usine des *câbles sous-marins* de Calais, sous la direction de M. Antzenberger, directeur de l'usine. En présence MM. Meyer, député, membre de la Commission parlementaire des câbles sous-marins, Villars, administrateur, et Depelley, directeur de la Compagnie des Câbles français, — M. Maiche, l'ingénieur électricien bien connu, assisté de M. Henri Farjas, directeur des *Inventions Illustrées*, a établi des transmissions téléphoniques très nettes sur un câble de 600 kilomètres de longueur. Or, jusqu'ici, on n'avait pu téléphoner par câbles sous-marins qu'à de très courtes distances, comme de Calais à Douvres par exemple.

— On a encore *le téléphone automatique* ou autocommutateur, qui fonctionne au poste téléphonique de la gare Saint-Lazare, dans la cabine n° 3 et au bureau de poste de la place Clichy. Un imprimé fixé contre la porte de la cabine donne la clé du nouveau système, qui paraît tout d'abord un peu compliqué. Pour converser, on devra tout d'abord demander la communication par le mode ordinaire, mettre ensuite 25 centimes en billon français dans une fente, presser un bouton et avoir bien soin de renouveler les 25 cen-

times avant l'expiration de chaque période de cinq minutes si l'on veut continuer à parler. Sur un cadran qui occupe la partie supérieure de l'appareil, une aiguille indique la marche du temps.

Pour arriver à la téléphonie rapide et discrète, il suffirait d'ajouter quelques perfectionnements à un appareil qui a été déjà mis à l'essai et se compose d'un cadran numéroté de 0 à 9, sur lequel glisse un disque en métal évidé circulairement, permettant de lire les numéros du cadran. A l'aide du disque, se mouvant de droite à gauche, l'abonné peut facilement obtenir un chiffre quelconque figurant sur l'annuaire officiel des téléphones. Pour cela, il n'a qu'à faire butter le disque en face de chaque numéro composant le chiffre de la personne avec laquelle il veut correspondre. Chaque arrêt du disque correspond immédiatement au bureau central, et, grâce à une ingénieuse disposition du mécanisme, la communication se fait automatiquement. Malheureusement, tel qu'il est, cet appareil est insuffisant.

Enfin, terminons par le *téléphone africain* ou *soudanais* — si l'on peut l'appeler un téléphone! Il consiste en une défense d'éléphant creusée, sorte d'énorme bigophone, qui peut envoyer sept notes distinctes à plusieurs kilomètres de distance. Avec des postes échelonnés, les Soudanais envoient ainsi des messages en langage convenu, par exemplé des ordres de mobilisation, à 300 kilomètres en un jour.

Signaux divers.

La réclame a de suite employé l'électricité sous forme de lumière, et souvent à quel prix! On cite un industriel de New-York payant 24.000 shllings pour une annonce électrique. Mais on veut maintenant

autre chose, des *signes électriques automatiques et changeants*, par exemple.

Les signes, au lieu d'être composés de plusieurs éléments ayant chacun la forme d'une lettre, consistent en un certain nombre de boîtes ou monogrammes. La méthode de construction de ces boîtes et l'arrangement des lampes sont dus à l'invention de M. G.-L. Mason. Chaque monogramme est composé de plusieurs cellules longues et étroites unies de manière à former n'importe quelle lettre ou chiffre et dont chacune est percée d'une ouverture. A l'intérieur de chaque ouverture se trouve une lampe incandescente de la force de 4 à 16 bougies, selon la dimension de la lettre; les ouvertures sont, au dedans, recouvertes d'émail blanc qui sert de réflecteur. Les compartiments qui composent la lettre servent à concentrer la lumière dans certaines lignes définies, évitant la confusion qui rend généralement les annonces électriques si illisibles à distance. On a trouvé qu'une lettre Mason peut être distinguée à une distance deux fois plus grande qu'une lettre électrique de la forme ancienne. En outre, grâce aux compartiments, la moitié seulement des lampes nécessaires pour la formation d'une lettre ordinaire est employée; il se trouve donc que la consommation du courant étant réduite de moitié, le prix du fonctionnement des signes est réduit dans la même proportion. Il y a 21 ouvertures pour chaque monogramme et le même nombre de lampes. Le plus grand nombre de lampes utilisées est de 13 par lettre et la moyenne est de 8 pour une lettre quelconque de l'alphabet, c'est-à-dire moitié moins que pour une lettre ordinaire de 4 pieds de haut. Le bec des lampes dépasse la base des ouvertures et le système des fils est caché derrière les plaques ou cellules où sont percées les ouvertures. Les deux lampes

les plus basses, étant toujours allumées en même temps, sont fixées dans le même circuit, de sorte qu'il y a 20 circuits d'une polarité venant de la boîte et un retour commun pour toutes les lampes, ce qui donne un total de 21 fils. Les fils sont réunis en un seul câble et sont menés aux commutateurs électriques qui sont unis par une tige; il y en a un pour chaque monogramme; ils sont électriquement séparés les uns des autres au moyen d'un couple isolant. Les commutateurs ont 14 pouces de long et consistent en un tambour mobile sur la périphérie duquel sont montées et isolées les barres de cuivre choisies ayant autant de projections qu'il est nécessaire d'en avoir pour allumer les lampes d'un monogramme. Chaque barre a la charge des lampes d'un monogramme et si l'on désire, par exemple, faire 40 changements dans le signe pour un tour complet du tambour, il doit y avoir 40 barres sur la périphérie. Au-dessus du tambour, une plaque supporte 20 ressorts faisant contact avec le dépassant des barres. A ces 20 ressorts communiquent 20 fils venant de la boite, tandis que le câble commun formé par les fils au retour est mis en communication directe avec un côté du circuit principal, plaçant les commutateurs en rapport avec les monogrammes les plus importants. Si l'on désire, après avoir préparé les changements de tous les monogrammes, varier complètement une phrase, il est seulement nécessaire de retirer une rangée de barres et de les remplacer par de nouvelles représentant d'autres lettres, qui sont gardées en provision. Cette opération peut être accomplie assez vite pour ne causer aucun arrêt du mécanisme. Les commutateurs sont mis en mouvement par un petit moteur dont l'allure est réduite au moyen d'un engrenage à vis sans fin. Il communique au moyen d'une courroie avec un engrenage

intermittent ayant autant de dents qu'on le désire pour accomplir les changements dans un cercle déterminé et étant d'un diamètre qui lui permet d'être ajusté de telle sorte que, chaque fois que le pignon, à une dent, entre dans l'ouverture qui lui est attribuée sur l'engrenage, les commutateurs tournent de manière à présenter un nouveau mot ou une nouvelle phrase. L'arrangement permet de graduer le changement et de ne jamais laisser le signe dans l'obscurité complète; une nouvelle phrase est produite toutes les 10 secondes; 2 secondes sont utilisées pour le changement graduel.

— Un pompier de Londres a imaginé un signal d'alarme actionné par l'air comprimé et disposé de telle sorte que lorsqu'on ouvre par effraction la porte ou la fenêtre où le signal est adapté, un sifflet retentissant se fait entendre et une lampe électrique s'allume, montrant le point où l'effraction se commet.

CHAPITRE VI

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FILS

Dernières tentatives. — Automobile de guerre pour la télégraphie sans fils. — Télégraphie sans fils en mer ou de la terre à la mer. — La télégraphie sans fils dans les manœuvres. — Téléphonie sans fils. — Appareils de relais et de répétition. — Résonnateurs et champ hertzien. — Télégraphie sans fils sous-terrestre.

Dernières tentatives.

Les recherches de 1901 ont surtout porté sur l'extension des distances et des applications nouvelles. On est arrivé de 60 à 200 kilomètres par la téléphonie sans fils. On a dirigé les torpilles et l'on pense aux ballons (voir *L'Electricité à la Guerre*). Mais les principes et les appareils sont restés les mêmes. C'est toujours les deux postes, sans fil intermédiaire, avec le groupe émetteur comprenant : une source d'électricité à bas potentiel, un transformateur dont le rôle est de relever ce potentiel à un haut voltage, un oscillateur de Hertz, une antenne émettrice, et un conducteur relié à la terre; le groupe émetteur se composant d'une antenne réceptrice, d'un fil de terre relié à un côté du cohéreur, d'un relai télégraphique monté sur une pile locale d'un élément, d'un cohéreur à limaille, d'un frappeur décohéreur à électro-aimant, et enfin d'un récepteur ordinaire Morse. M. O. Rochefort utilise ses bobines dissymétriques et ses cohéreurs très sensibles.

Dès qu'une décharge est lancée du groupe émetteur, il se fait tout autour du point où a jailli l'étincelle un « champ électrique » dans lequel l'éther se met à vibrer en ondes semblables aux cercles de plus en plus grands que provoque sur une eau tranquille la chute d'une pierre; ces ondes circulaires, concentriques, sont appelées ondes hertziennes. Ce sont ces ondes qu'il va falloir capter à la volée, chose totalement impossible sans le radioconducteur du Dr Edouard Branly :

Un tube d'ivoire ou de cristal à moitié rempli de limaille d'argent (*laquelle n'est pas conductrice*), intercalé dans un circuit électrique, ne laissera pas passer

le courant, le circuit restera ouvert. Mais sitôt qu'une décharge intervient, les ondes hertziennes étalent leurs immenses cercles et, rencontrant le tube placé sur leur chemin, le touchent, et d'emblée voilà notre limaille devenue conductrice, le circuit se ferme et le courant passe. Puis un petit coup frappé légèrement par une petite masse automatique sur le radioconducteur suffit à faire perdre à la limaille sa conductibilité temporaire et à rouvrir le circuit. On a de la sorte une série d'intermittences et partant des signaux compréhensifs.

Il reste fort à faire, cela est certain, mais des inventeurs de génie comme le commandant Tissot, MM. Blondel et Dobkevitch, MM. Thomas Tommassina, Donato Tommassi, Ducretet et Popoff, O. Rochefort, et tant d'autres ont réalisé jusqu'ici de si merveilleux progrès qu'on est en droit d'en attendre la continuation et de voir la réalisation définitive de leurs espérances.

Pour la première fois, des communications ont été échangées le 11 avril, entre la France et la Corse, à l'aide de la télégraphie sans fil. Le Sous-Secrétaire d'Etat des Postes et Télégraphes ayant autorisé la Société l'*Optique* à procéder à des expériences, cette Société avait, depuis quelques jours, sous la direction de M. Travailleur, aidé de deux ingénieurs, établi un poste près d'Antibes, à Biot, à la Brague, dans la propriété de Mme la vicomtesse de Bernis, où un mât de quarante mètres de haut avait été dressé. L'établissement du poste du côté corse, placé à Calvi, n'avait pu être commencé que le 9. Dès le 10 au soir, il était terminé, et le 11, au matin, à neuf heures précises, heure que s'étaient fixée les ingénieurs, le premier télégramme sans fil était adressé de Corse en France avec une précision admirable. Une commission offi-

cielle composée de M. V. Colin, lieutenant de vaisseau, du capitaine de génie Ferrié, de MM. Trevedy et Viala, inspecteurs des télégraphes à Nice et Ajaccio, opère à la Brague pour se rendre compte des résultats obtenus. Déjà, le jour du couronnement d'Edouard VII, on avait, de l'île de Wight, communiqué à grande distance; mais c'est la première fois qu'on fait une expérience officielle entre deux points fixes sur une pareille distance, qui est ici, en effet, de près de deux cents kilomètres.

A Biot, l'antenne est à 40 mètres de la halte du chemin de fer et à Calvi l'antenne est au bord de la mer : elles ont l'une et l'autre 55 mètres de haut. La première dépêche envoyée entre les deux postes a été transmise le 1er avril. Les deux postes sont distants de 175 kilomètres. On continue les essais, ils réussiront et amèneront sans doute, d'heureuses et pratiques modifications dans certains appareils. Mais une difficulté considérable reste à surmonter, il y a encore à conquérir le progrès qui doit couronner l'édifice : le secret des transmissions. Il a bien été dans ce but construit des récepteurs ne vibrant que sous les ondes d'un émetteur particulier et insensible aux ondes de tout autre émetteur, c'est ce qu'on appelle la syntonie, mais aucun des systèmes n'a encore donné des résultats absolument nets : une émission *bâtarde* peut encore troubler les signaux. En attendant l'appareil donnant la syntonie parfaite, le plus sûr jusqu'ici est d'adopter un langage conventionnel. Il y a lieu toutefois d'admirer pleinement une invention d'envergure aussi inouïe : quels résultats admirables n'est-on pas en droit d'attendre, une fois la méthode mûrie, perfectionnée et amenée au point qu'on est en droit d'attendre avant peu. Les vaisseaux pourront communiquer à toute heure avec les phares et sémaphores, et

nous n'aurons plus à déplorer les épouvantables sinistres qui viennent trop souvent épouvanter le monde entier.

Depuis, entre l'Italie et la Sardaigne, on est arrivé par la télégraphie sans fils à la distance de 160 kilomètres (octobre 1901).

M. Marconi veut arriver à envoyer des dépêches à 500 kilomètres. Théoriquement, la portée est illimitée. Cette admirable confiance dans l'avenir d'une découverte pourtant récente a inspiré à M. Tesla des ambitions d'une envolée bien plus inouïe : M. Tesla croit fermement que ses récepteurs ont été impressionnés par des courants envoyés à la terre par les Martiens. Pour lui, on arrivera aussi tôt ou tard à des communications interplanétaires !

— D'après le rapport de M. Wilson, ministre de l'Agriculture des États-Unis, sur les expériences faites avec le système de télégraphie sans fil du professeur Fessenden, il ne ressemblerait en rien à celui de M. Marconi et les expériences auraient donné d'excellents résultats sur de longues distances. Elles vont être continuées officiellement.

— En France, les expériences de télégraphie sans fil continuent ; celles faites dans sa récente sortie par l'escadre du Nord ont donné d'excellents résultats. Le vaisseau-amiral le *Masséna*, qui se trouvait à proximité de la pointe de Penmarch, a pu communiquer avec un poste placé à l'île d'Ouessant, c'est-à-dire à une distance considérable pour ce genre de transmission. D'autre part, on a procédé à Toulon, à bord de l'*Utile*, à des expériences de télégraphie sans fil, en présence d'une commission spéciale présidée par le capitaine de vaisseau major de la marine, qui a suivi depuis le mois de juillet toutes les expériences faites

dans le port. La question a fait des progrès sensibles et l'on peut admettre dès à présent que ce nouveau mode de communication est appelé à rendre de grands services, tant pour les communications de sémaphore à sémaphore que pour celles des bâtiments entre eux ou de sémaphores avec les bâtiments ou inversement. Au mois de juillet, des essais avaient été tentés entre la terre et les bâtiments *Bien-Hoa*, *Magenta* et *Châteaurenault;* ces essais n'avaient pas donné les mêmes résultats que ceux poursuivis à Brest. Pendant la réunion des escadres aux manœuvres navales, divers bâtiments de l'escadre de la Méditerranée avaient été munis d'appareils de télégraphie sans fil; M. Tissot, professeur à l'Ecole navale, à qui l'on doit les progrès réalisés à Brest, a été embarqué en mission sur le *Bouvet*, et des améliorations sérieuses ont été obtenues. Actuellement, plusieurs bâtiments de l'escadre de la Méditerranée se servent journellement d'appareils de télégraphie sans fil.

Le télégraphe sans fil est essayé dans le Sud-Oranais. — Il faut actuellement plus d'une semaine pour qu'une dépêche parvienne des oasis sahariennes à Alger. Aussi le gouverneur de l'Algérie suit-il avec intérêt les expériences de télégraphie sans fil qui faciliteraient beaucoup les communications.

—En Angleterre, une Commission départementale du Post Office qui, depuis plusieurs mois, étudie la question de la télégraphie sans fil, vient de déposer un rapport où elle conclurait en faveur de l'adoption du système Marconi par les autorités postales anglaises. Il est à peine besoin de faire ressortir l'importance de cette nouvelle, si elle se confirme : ce n'est ni plus ni moins que le commencement d'une révolution dans le

système télégraphique du globe. Le point intéressant et qui paraît difficile à résoudre est de savoir comment le gouvernement britannique s'y prendra pour que le monopole télégraphique de l'Etat soit respecté par les particuliers. Jusqu'ici, il était difficile à deux particuliers d'établir un câble entre leurs maisons respectives sans que l'Etat le sût et sans qu'il pût l'empêcher; mais s'il plaît à deux propriétaires, où à deux industriels, ou à deux maisons de commerce d'installer chez eux des appareils de télégraphie sans fil, l'Etat d'abord le saura-t-il toujours? Et ensuite quel moyen pratique aura-t-il de l'empêcher? Jusqu'à quel point aura-t-il le droit de violer des domiciles privés pour y inspecter les appareils qui s'y trouvent et pour les empêcher de fonctionner? C'est là un point qu'il serait intéressant de voir résoudre, et il serait curieux de connaître à cet égard les conclusions de la Commission départementale du Post Office.

Automobile de guerre pour le service de la Télégraphie nouvelle.

— M. Marconi a aussi terminé un appareil de télégraphie sans fil installé sur un automobile et au moyen duquel il peut, tout en allant rapidement, communiquer avec des stations télégraphiques, voire même avec d'autres automobiles. Les messages sont expédiés ou reçus par une sorte de cheminée placée sur l'automobile, et qu'on peut élever ou abaisser à volonté. Cet automobile a été construit surtout au point de vue militaire.

M. Marconi, grâce au radio-conducteur du Docteur Edouard Branly, à qui il faut rendre justice, est le créateur industriel de la télégraphie sans fil; ses recherches avec celles très intéressantes (quoiqu'elles n'aient

pas abouti) de M. Guarini, sur le rôle dévolu aux antennes qui ont à recueillir les ondes hertziennes, viennent d'être utilisées.

L'esprit toujours en gestation, M. Marconi vient de modifier son premier système et au lieu de tiges grêles qu'il employait précédemment, il se sert pour les réceptions électriques d'énormes cylindres de $7^{m}60$ de hauteur, qui, sur de courtes distances, sont infiniment plus pratiques. Une fois l'excitation électrique établie, les oscillations tout d'abord rapides, violentes, s'atténuent en présentant le phénomène vibratoire analogue d'une corde de harpe. Pour franchir de plus grandes distances, un appareil transmetteur de haute capacité, a mission de maintenir le plus longtemps possible ces oscillations; ce que l'on obtient, grâce à l'usage du cylindre transporté en un automobile à vapeur de cinq tonnes environ et donnant 15 à 20 kilomètres à l'heure. La toiture isolée de l'auto porte ce cylindre couché ou redressé à volonté, pourvu d'antennes et recevant en cours de route les dépêches.

Télégraphie sans fils en mer.

Le cinquantenaire de la télégraphie électrique sous-marine et l'extension du réseau océanique coïncide ou à peu près avec l'établissement de stations de la télégraphie sans fils. Le *New-York Herald* (12 juin 1901) dit que la compagnie Cainard a établi à bord du steamer *Lucania* un poste complet de transmetteur et de récepteur. Il en résulte que ce magnifique bâtiment, un des plus beaux de la flotte des célèbres *linery*, peut envoyer des signaux à la terre et en prendre toutes les fois qu'il est à portée, c'est-à-dire à une distance d'environ 150 kilomètres. Les expériences ont parfaitement réussi à bord de la *Lucania :*

une sonnerie téléphonique placée sur la passerelle du capitaine a vibré pendant tout le temps que le steamer est resté dans le rayon d'action de la station établie sur les bords de la Mersey par la compagnie Marconi. Des messages ont de plus été échangés entre la terre et le bâtiment. Une autre station avait été établie à Queens Town et la *Lucania*, qui passait dans le rayon d'action, a pu communiquer à la terre le récit de ce qui s'était passé à bord au départ de Liverpool. Le *New-York Herald* qui donne le récit de l'expérience a fait établir à ses frais une station sur l'île de Kantucket, à 100 kilomètres au sud-ouest du cap Cod. Comme les steamers de la ligne d'Amérique passent toujours en vue de l'île de Kantucket et que cette île est reliée par un câble au continent américain, les nouvelles de chaque ligne arriveraient à New-York environ un jour avant les passagers. C'est un résultat intéressant en lui-même, mais qui avait été obtenu déjà avec les pigeons voyageurs. Mais une autre application est plus intéressante encore (*New-York Herald*, 21 juin) : M. G. Gardner, de Manchester, par la télégraphie sans fils, indique automatiquement le moment où un navire quelconque pourvu d'un récepteur pénètre dans une zone dangereuse ; chaque endroit dangereux étant pourvu d'un transmetteur qui marche nuit et jour et lance des effluves télégraphiant en langue Morse le nom et la nature du danger ; tous les bâtiments pourvus d'un récepteur seraient donc avertis de la nature et du nom du danger qui les menace et agiraient en conséquence. La portée des nouveaux signaux serait quatre ou cinq fois plus grande que celle des phares, sans danger d'interruption par l'état nuageux de l'atmosphère. (De Fontvielle, *Science illustrée*).

— Le comte de la Vaulx voulait traverser la Méditerranée en ballon, et ainsi essayer à la fois la télégraphie sans fils et un service de poste aérienne organisé par M. Naudin, convoyeur colombophile des fédérations françaises, et le président français des sociétés colombophiles. On aurait établi des relais à Calvi, Nice, Toulon, Marseille, Perpignan, Barcelone, Philippeville et Alger, les pigeons qui seront réunis à la Seyne et à Toulon avant l'embarquement étant classés en pigeons de vitesse et en pigeons de fond... ; mais des difficultés administratives ont empêché en 1901 l'exécution de ce projet.

— Les relations de la mer ou de l'air avec la terre est un fait accompli. Pour l'air, entre ballons, l'expérience a été faite. La commission de la télégraphie sans fil, sous la présidence de M. le capitaine de frégate Dufaure de Lajarte, de la défense fixe, procède à Brest à de curieuses expériences de ballons, au sémaphore du Parc-au-Duc, en face de la rade de Brest. Ces ballons, qui s'élèvent à de grandes hauteurs, sont destinés à permettre de communiquer à des distances considérables : ils sont reliés aux appareils de télégraphie sans fil par un câble électrique qui envoie l'électricité dans le ballon. Les expériences déjà faites, et qui vont se poursuivre, ont donné d'excellents résultats. M. de la Vaulx, M. Santos-Dumont ou quelque autre hardi aéronaute (1) nous donnera certainement l'air et l'eau. Pour celle-ci et la terre les faits sont

(1) M. Santos-Dumont, l'heureux vainqueur de la direction des ballons, a employé un moteur à essence de pétrole au-dessous de l'hydrogène gonflant l'aérostat. Un moteur électrique comme celui de G. Tissandier, au bichromate de potasse, de 1883, de MM. Krebs et Renard, à l'acide chloro-chromique, 1884, lui aurait peut-être abrégé les tentatives qui ont précédé le succès.

nombreux. La ville de Liverpool, qui a été la première à faire usage des chemins de fer pour ses relations avec l'intérieur de l'Angleterre, est encore la première à faire usage de la télégraphie sans fils pour ses relations maritimes. L'essai a déjà réussi deux fois, une première, le samedi 15, avec la *Lucania* qui allait à New-York, et une seconde, le lundi 17, avec le *Lac-Champlain* qui venait de Montréal. Les stations sont au nombre de quatre, le vaisseau-école sur la Mersey, Holyhead sur la côte du Pays-de-Galles, Rosslare et Crookhaven en Irlande. Ces stations sont réparties sur une longueur de plus de 350 kilomètres sur les deux rives du canal Saint-George. Pendant plusieurs heures le navire portant les appareils de la télégraphie sans fil est en communications constantes avec la terre. L'expérience du *Lac-Champlain*, qui venait d'Amérique, a été la plus intéressante, parce que les passagers avaient des nouvelles à transmettre. Aussi le télégraphe sans fil du steamer a-t-il fonctionné sans interruption. Le *Lac-Champlain* a commencé par signaler son arrivée à la station de Crookhaven : puis le déluge de messages à commencé lorsque le navire est arrivé à 70 kilomètres de Rosslare. Pendant cinq heures on en a reçu plus de 50 à Liverpool, et ils ont été transmis par télégraphe aux destinataires. Lorsque le *Lac-Champlain* est arrivé à 50 kilomètres de Holyhead, il a reçu des armateurs l'ordre de débarquer à un nouveau quai. Des échanges de compliments avec la terre ont commencé alors et ont duré jusqu'à l'arrivée du navire.

— D'après le *Rousskii Invalia*, des expériences intéressantes de télégraphie sans fil viennent d'avoir lieu, pour la première fois sur le cuirassé *Rostislas*, lors de son séjour dans le port d'Odessa. Ces expé-

riences ont eu lieu en présence de l'ingénieur Popof, inventeur d'un système particulier de télégraphie sans fil. Le ministre de la marine voulait, en prescrivant ces expériences, s'assurer de la possibilité d'employer pratiquement ce mode de transmission en temps de guerre. Les expériences ont eu un plein succès et ont démontré la possibilité, pour un navire, de communiquer avec la terre à de grandes distances et une rapidité étonnante.

— L'escadre qui escortait l'*Ophir*, portant à son bord le duc et la duchesse d'York, a échangé, avec la côte de l'île de Malte, des messages par télégraphe sans fil, à une distance de cinquante milles, soit environ 80 kilomètres. D'autres expériences, très réussies dit-on, ont été faites entre Malte et le croiseur *Iuno* à 72 milles d'intervalles. Le correspondant madrilène de l'*Etoile belge* a télégraphié à son journal qu'il aurait interviewé un membre de la commission technique qui a procédé aux expériences de télégraphie sans fil d'après le système du major espagnol Cervera. Le major a parfaitement télégraphié entre Tarifa et Ceuta. Il télégraphiera prochainement de Barcelone aux îles Baléares. Le major Cervera assure même qu'il pourra télégraphier d'Espagne en Amérique. Près d'Alicante, le major Cervera a déchargé des mines à distance toujours sans fil. Il croit pouvoir provoquer à distance l'explosion de la soute aux poudres des navires de guerre.

Le naufrage de la *Russia*, dit *La Nature*, donne une certaine actualité à une nouvelle utilisation de la télégraphie sans fil indiquée en Angleterre. Il s'agit de mettre en garde les navires contre le voisinage des écueils ou d'une côte dangereuse en temps de brouillard ou de mauvais temps ou encore quand les feux

de la côte peuvent prêter à confusion. On propose d'établir en ces points un appareil télégraphique indicateur fonctionnant périodiquement à courts intervalles en envoyant au large par des ondes hertziennes le nom de la localité dangereuse. Par exemple, si cet appareil existait et si, bien entendu, les navires actuels étaient munis d'un récepteur convenable des ondes, la *Russia* n'aurait pu confondre le sémaphore du Faraman avec les feux du port de Marseille. En effet, toutes les dix minutes un transmetteur de la côte aurait balayé l'espace avec cette indication : « Faraman », comme plus loin, un autre transmetteur aurait télégraphié au large : « Marseille ». Bref, chaque port ou sémaphore enverrait à la pleine mer son nom. Le dispositif combiné est rudimentaire pour pouvoir être manœuvré par le premier venu. Une grande roue porte des dents qui s'engagent dans un engrenage commandant une clef Morse reliée à un transmetteur de signaux hertziens. On fait tourner la roue de façon à télégraphier les lettres composant le nom de la localité. Le navire reçoit la dépêche. Une sonnerie retentit et le récepteur révèle à l'homme de garde chaque région de la côte devant laquelle s'approche le bâtiment. Il y a là une idée qui apparaît pratique. Ainsi seraient complétés les signaux lumineux en défaut par mauvais temps.

— Le *New-York Herald* de Paris, en parlant de l'arrivée en Amérique de M. Marconi, par le *Majestic*, disait de lui qu'il était venu dans le but d'installer son système de télégraphie sans fil à bord d'environ soixante vaisseaux, dont trente-huit naviguant sous pavillon britannique, et pour établir également une station sur la côte, qui permettrait d'échanger avec les vaisseaux les signaux nécessaires. Déjà, l'Amirauté anglaise a pris la détermination de munir d'appareils de

télégraphie sans fils Marconi, plusieurs navires de l'escadre de la Manche : le *Majestic*, le *Magnificent*, l'*Hannibal*, le *Jupiter ;* les maîtres d'équipage préposés aux signaux sur les deux navires amiraux et deux sous-officiers de chacun des navires en question reçoivent, à cette heure, une instruction spéciale en la matière à bord de l'*Hector*, à Portsmouth. Il paraît que tous les navires de la flotte seront plus ou moins prochainement munis de ce système de télégraphie. L'Amérique songe à l'imiter pour les navires. M. Marconi aurait ajouté qu'il avait lu ce qui a été dit sur le système de télégraphie sans fil de M. Tesla et grâce auquel ce dernier se fait fort de transmettre des communications à travers l'Océan ; mais il s'est refusé à exprimer toute opinion avant d'avoir une connaissance plus approfondie du procédé.

On voit qu'il y a aujourd'hui de la concurrence en ce domaine, MM. Marconi, Tesla, Fessenden, paraissent avoir chacun leur système ; seul, l'inventeur initial, M. Edouard Branly au radioconducteur continue ses recherches de laboratoire et ne *s'extériorise* pas !

La Télégraphie sans fils dans les manœuvres de l'Est en septembre 1901.

Les manœuvres ont utilisé à diverses reprises la découverte de Branly et Marconi. Nous venons de signaler les ballons, nous les retrouvons ici.

« Une observation faite pour étonner, c'est que la télégraphie sans fil dont j'ai déjà dit un mot, et que dirige avec autorité un de nos jeunes et savants officiers du génie, le capitaine Ferrier, la télégraphie sans fil continue à travers l'atmosphère malgré le vent, la pluie et les bourrasques.

On a tenté en France l'usage des ballons. Voici comment on opère : Les ballons ne sont pas montés et ne sont même pas munis de nacelle. On les lance dans l'air, en ayant soin de les retenir à un câble à une hauteur qui, suivant les besoins, peut aller jusqu'à cent mètres. Le câble qui, extérieurement, ressemble à une cordelette ordinaire, est ce qu'on appelle ici une « antenne »; il est relié en bas à deux appareils Morse modifiés, appareil transmetteur au départ, appareil récepteur à l'arrivée. Ce qu'il y a de plus curieux peut-être dans tout le système, c'est que, auprès des ballons, c'est-à-dire à cent mètres de distance des appareils restés à terre, il n'y a rien, rien du tout que le fil ou antenne. La transmission se fait en l'air de fil à fil sans aucun accessoire particulier. Les ondes électriques ont ceci d'extraordinaire que, arrivées à l'extrémité du fil, elles s'échappent d'elles-mêmes et se répandent à l'entour dans toutes les directions sans le besoin d'aucun secours. Elles montent jusqu'au bout et, de là, elles s'épanchent, elles émanent comme un parfum subtil qui traverse l'espace invisiblement, emportant avec lui la pensée. Aujourd'hui elle a été recueillie de ballon à ballon à quinze kilomètres de distance. Le petit parc aérostatique voyage avec une voiture à hydrogène qui contient le gaz nécessaire pour cinquante jours. On peut, d'ailleurs, en cours de route, fabriquer l'hydrogène au fur et à mesure des besoins. Les piles électriques employées pour le fonctionnement des appareils Morse sont des piles à l'acide chromique du système du colonel Renard. Elles ont l'avantage d'être puissantes, légères et d'un petit volume. Le nombre de mots que l'on est arrivé à transmettre varie entre deux cent cinquante et trois cents à l'heure. C'est plus lent qu'avec l'appareil télégraphique Morse à fil qui transmet cinq cents mots

dans le même temps : mais on n'a pas toujours la possibilité de poser des fils. D'autre part, c'est plus rapide que la télégraphie optique, qui ne transmet que cent cinquante mots à l'heure. Il y a donc, en bien des cas, intérêt à employer la télégraphie électrique sans fil.

Le système actuel offre d'ailleurs des inconvénients. Les uns tiennent à l'emploi du ballon, les autres à la nature même de la télégraphie sans fil. Quand il fait un grand vent, quand il y a un ouragan, comme hier, le ballon est complètement couché, et vient même frotter contre la terre où il se déchire. Il faut plusieurs hommes pour le retenir par les cordages et l'élever au-dessus du sol pour l'empêcher d'y traîner et de s'y mettre en lambeaux. D'autre part, quand il y a de l'orage, l'appareil enregistre les décharges de l'électricité atmosphérique, et il se produit dans l'inscription de la dépêche des points parasites qui en rendent la lecture difficile. Autre chose. J'ai dit que les ondes se transmettent dans tous les sens. Il est donc possible à n'importe qui, à l'ennemi par exemple, de les recevoir et de surprendre les secrets de certains ordres, ce qui aurait les plus graves conséquences. On remédie partiellement à cet inconvénient par l'emploi d'un chiffre; mais cela ne donne pas une sécurité absolue. Enfin l'appareil récepteur enregistre indistinctement toutes les dépêches qui sont envoyées, et qui peuvent traîner au hasard de l'atmosphère. Il en résulte sur le récepteur un méli-mélo de dépêches qui sont tout-à-fait indéchiffrables. On est d'ailleurs sur la voie d'une découverte qui pourra remédier à ce double défaut. — Gaston STIEGLER. » (*Le Matin*, 17 septembre 1901.)

Téléphone sans fils.

— M. Tadié, lieutenant de vaisseau à Cherbourg, porté par des données théoriques à essayer les ondes hertziennes pour la transmission des sons, tout particulièrement de la voix humaine, est arrivé, au commencement de 1901, à quelques résultats encourageants.

Depuis cette époque, rien de nouveau n'avait été signalé; mais voilà que tout récemment, à l'Exposition internationale des pompiers de Berlin, on vient d'exposer un appareil qui résout le problème cherché, car il permet de transmettre très rapidement, d'un poste à un autre, les ordres nécessaires, en cas d'incendie. Ce téléphone est dû au Dr Sim, un savant et habile physicien de Francfort. Il serait loisible, avec cet appareil, de transmettre le son de la voix entre 2 points éloignés; soit par exemple 2 bateaux séparés en mer par une distance variant de 15 à 20 milles. C'est avec un système qu'il dénomme *les lampes chantantes* que le Dr Sim a procédé à ses essais. Ces lampes auraient une intensité totale de 40 millions de bougies et démontreraient péremptoirement la possibilité de communiquer *à toutes distances*. Du sélénium se trouvant dans le champ lumineux d'une puissante lampe à arc, s'électrise comme si le rayon le touchant était un conducteur de cuivre. Un microphone au sélénium touché par des rayons émanés de lampes focales de miroirs paraboliques forme le récepteur et enregistre la *voix qui chante*.

— *Paris-Nouvelles* apprend de New-York que l'inventeur James Kelsey a réussi dans ses expériences de téléphone sans fil faites à Minneapolis. L'inventeur aurait pu transmettre les messages d'un bout à l'autre du

Mississipi à une distance de mille pieds, quoique les conditions atmosphériques aient été très mauvaises. Les récepteurs étaient gelés à la fin de l'expérience et le chemin de fer électrique qui se trouve non loin de là influençait les instruments. Le résultat prouve néanmoins que le téléphone sans fil est aujourd'hui une réalité.

L'application directe d'un récepteur téléphonique à la télégraphie sans fil a été faite par MM. Popoff et Ducretet (Académie des sciences).

« En mai 1899, M. Popoff, au cours de ses expériences de télégraphie sans fil à grande distance, observa qu'il était possible d'introduire directement un téléphone dans le circuit d'un radio-conducteur et de recevoir ainsi les signaux hertziens émis à grande distance. En juillet 1899, M. Popoff rendit pratique sa nouvelle méthode radio-téléphonique, dont l'importance est réelle puisqu'*elle supprime le relais et le frappeur ou décohéreur automatique* des récepteurs généralement employés en télégraphie sans fil et qu'elle permet la réception des signaux à de plus grandes distances. Les postes officiels établis en Russie, par les soins de M. Popoff, entre l'île Hohland et la ville de Kotka (47 kilomètres), ont pu ainsi fonctionner par tous les temps et rendre de grands services. Sous l'action des ondes électriques, des variations de résistance se produisent dans le circuit : pile, radio-conducteur, téléphone ; elles modifient l'intensité du courant dans le circuit ; et, par suite, ces variations intermittentes *sont directement perceptibles au téléphone*, même pour des radiations électriques de très faible puissance agissant sur le radio-conducteur. Ce poste radio-téléphonique est très portatif. Le radio-conducteur *Popoff-Ducretet* est démontable, hermétique et disposé pour recevoir, entre ses électrodes, soit des grains de char-

bon dur, soit des grains métalliques, soit des tiges légères reposant librement sur des supports électrodes en charbon. Une charnière permet de donner l'inclinaison voulue, suivant les cas, et convenable à ce système microphonique spécial : il est sensible aux ondes électriques de très faible puissance.

« La monture du radio-conducteur est munie d'un réservoir à fermeture hermétique recevant une matière desséchante que l'on peut renouveler rapidement. Il est ainsi possible de faire usage de métaux facilement oxydables, l'intérieur du radio-conducteur étant à l'abri de l'humidité et du renouvellement de l'air.

« Les téléphones et les piles (éléments secs) sont dans des compartiments. Une fiche reçoit l'*antenne collectrice;* une borne, à droite, reçoit le fil de remise à la terre. Au repos, pour le transport de l'appareil, la colonne du radio-conducteur se met à l'intérieur. Entre nos postes d'essai de la rue Claude-Bernard et le boulevard du Port-Royal (distance environ 500^{m}), il est possible de recevoir des signaux émis par une petite bobine de Ruhmkorff donnant 4^{mm} d'étincelle avec une *antenne radiatrice* de 10^{m} de partie visible du poste récepteur. Au poste récepteur (figure incluse), avec la prise de terre, une *petite antenne collectrice* de 50 centimètres seulement suffit. Dans les mêmes conditions, le poste ordinaire avec relais et décohéreur automatique ne reçoit aucun signal.

« Connaissant les bons résultats récents obtenus, à grande distance, avec nos appareils de télégraphie sans fil, il est possible de prévoir l'importance des résultats qui seront obtenus avec le nouvel appareil Popoff-Ducretet, tant pour la Guerre que pour la Marine. Cet appareil sera le complément de ceux avec relais et décohéreur automatique que nous avons présentés à l'Académie. »

Appareils de relais et de répétition pour la Télégraphie sans fil.

M. Guarini a fait une série d'essais fort intéressants et tout nouveaux de télégraphie sans fil, entre Bruxelles et Malines (près de 27 kilomètres) et entre Malines et Anvers (près de 23 kilomètres). Après s'être assuré de la fidélité des communications entre les deux postes, c'est-à-dire Bruxelles à Malines, et Malines à Anvers, M. Guarini avait pour but de retransmettre automatiquement de Malines à Anvers les dépêches adressées de Bruxelles à Malines. La plus importante série d'expériences était la 2e et elle était constituée par un appareil répétiteur installé à Malines, comprenant un fil répétiteur et transmetteur en même temps et deux relais. Pour obtenir la plus grande sensibilité possible du relais du circuit du cohéreur, on n'avait laissé entre les 2 contacts qu'une distance de fraction de millimètre; et comme courant maximum une intensité seulement de 0.4 ampères sous 30 volts avec bornes de circuit secondaire. La liaison entre le fil aérien et le cohéreur était interrompue par le même relais qui fermait le circuit de la bobine d'induction. On avait mis le fil aérien en communication avec le sol à travers l'enroulement primaire d'un petit transformateur, au lieu de relier directement ce fil au cohéreur. Malgré toutes ces précautions si ingénieuses, le but désiré n'a été que partiellement atteint.

Chercher un répétiteur dans le service de la télégraphie hertzienne est incontestablement une idée excellente, encore faut-il que ce répétiteur soit un intermédiaire absolument automatique et que son fonctionnement soit d'une sécurité complète; s'il faut pour le service de ce répétiteur un employé très expérimenté,

il est préférable de lancer les dépêches par les moyens usuels et de les retransmettre par un morse, tout simplement.

En février, Guarini renouvela ses expériences entre Malines-transmetteur et Bruxelles-récepteur. A Malines, le fil aérien n'était qu'un câble ordinaire, mais à Bruxelles un cône, formé également de 50 fils de 4 millimètres et dont le sommet tourné vers la terre s'y reliait par un simple câble, remplaça les 50 fils métalliques de 4 millimètres réunis en cylindre qui formaient la partie supérieure du conducteur dans les premières expériences.

Les communications du début furent nulles ou à peu près, les signaux de Malines n'arrivaient qu'en faible proportion à Bruxelles ; mais, de Bruxelles à Malines, Malines recevait bien tous les signaux de Bruxelles ; comme l'appareil était installé à Bruxelles, sur le sommet de la Colonne du Congrès, Guarini en avait conclu que ses insuccès étaient dus à la grosse masse métallique de la colonne. En utilisant à Bruxelles-récepteur un cohéreur excessivement sensible, et en forçant au double la source d'énergie de Malines-transmetteur, Guarini, après force tâtonnements, réalisa enfin une transmission irréprochable. Il arriva à découvrir que le *rendement maximum était obtenu lorsque la position des fils aériens était telle que le plan vertical qui les contenait eux ou leurs prolongements ne rencontrait pas la colonne et la tour auxquelles les fils étaient attachés*. A Malines, c'est sur la tour de la cathédrale Saint-Rambaud que Guarini avait installé son poste-transmetteur. Pour se rendre compte de l'importance des connexions avec la terre ; il dut constater qu'aucun des 2 postes ne soit réuni à la terre, ou que le poste-récepteur le soit seul, on n'avait que de mauvais signaux ; mais que le poste-transmetteur soit en relation

avec le sol, les résultats étaient meilleurs, et le fil récepteur ne communiquait pas avec la terre, d'où cette théorie que la terre agit comme grande capacité et non comme conducteur, capacité favorable au transmetteur, et nuisible au récepteur.

Les expériences furent continuées le 12 février, cette fois entre Malines et Anvers ; Saint-Rambaud pour la 1re et le clocher de Notre-Dame pour la 2e. Mêmes appareils que pour Bruxelles-Malines, à part cette différence que l'on avait armé les extrémités supérieures des fils d'aucune capacité. Notre-Dame d'Anvers mesure 106 mètres de hauteur à la 3e galerie de son clocher. On obtint de bons résultats au poste-transmetteur. M. Guarini supprima la communication avec la terre au poste-récepteur ; il obtint de moins bons résultats qu'entre Bruxelles et Malines ; il est vrai que le poste récepteur n'était pas armé de capacité à son extrémité supérieure, comme dans le cas précédent. En opérant en sens inverse, c'est-à-dire d'Anvers à Malines, les communications donnèrent de fort médiocres résultats : Guarini s'imagina que le fil d'Anvers, poste transmetteur, balancé par un vent violent, perdait ainsi son parallélisme avec les fils des 2 stations. De plus, les énormes masses métalliques qui existent autour de Notre-Dame d'Anvers gênaient les opérations. Guarini a fait montre dans ses expériences d'une ingéniosité remarquable ; les résultats obtenus ne pourront que hâter les progrès de la télégraphie hertzienne continentale.

Fonctionnement du Résonateur de Hertz et du Résonateur à coupure. — Champ hertzien ordinaire et champ interférent.

Lorsqu'on déplace dans son plan, dit M. A. Turpain, à la *Société Française de Physique,* par une rotation autour de son centre, un résonateur circulaire de Hertz disposé perpendiculairement à la direction des fils de concentration du champ hertzien, on constate que l'étincelle du micromètre présente un éclat maximum lorsque le micromètre se trouve aux extrémités du diamètre perpendiculaire au plan des fils de concentration. On observe également deux positions du micromètre pour lesquelles il y a extinction ou minimum d'éclat : ce sont celles correspondant aux extrémités du diamètre du résonateur situées dans le plan des fils. Si l'on déplace de la même façon dans son plan un résonateur présentant une coupure, on constate encore l'existence d'azimuts d'extinction et de maximum d'éclat, azimuts disposés comme les précédents, si l'on rapporte les déterminations non plus à la position du micromètre du résonateur à coupure, mais à la position du milieu de la coupure.

Quelle est la distribution électrique le long d'un résonateur complet de Hertz? Quelle est-elle le long d'un résonateur à coupure? Quelle distinction doit-on faire entre le micromètre d'un résonateur complet et celui d'un résonateur à coupure, et comment, dans un résonateur à coupure, le micromètre et la coupure se partagent-ils le rôle joué par le micromètre dans un résonateur complet? Les diverses théories de la résonance électrique indiquent comme distribution électrique le long d'un résonateur de Hertz en activité une

division en deux concamérations successives avec nœud à chacun des pôles du micromètre. Certaines expériences (en particulier l'observation d'un résonateur à quatre micromètres situés aux extrémités de deux diamètres rectangulaires) tendent à faire admettre une division du résonateur en quatre concamérations successives.

La méthode employée dans cette recherche permet de se rendre compte au même instant de l'éclat électrique des divers points d'un résonateur tout le long du conducteur qui le constitue. A cet effet, tout résonateur est renfermé dans un tube de verre dans lequel l'air est suffisamment raréfié pour permettre au conducteur du résonateur de produire la luminescence de cet air raréfié. Si la raréfaction est convenable, la luminescence ainsi produite peint aux yeux par son éclat plus ou moins vif, plus ou moins estompé, l'éclat électrique des divers points du résonateur en activité qui la produit. Les observations faites par cette méthode ont porté sur le résonateur complet, sur le résonateur complet à deux spires, sur le résonateur à coupure et sur un résonateur à deux micromètres (on pouvait, par un écartement suffisant des pôles de chaque micromètre, produire une coupure). On observe que l'aspect présenté par un résonateur complet dont le micromètre est aussi ouvert que possible concorde avec l'aspect présenté par un résonateur à coupure dont le micromètre est fermé. Le premier présente une luminescence maximum au voisinage du micromètre, le second au voisinage de la coupure. Les deux appareils sont, en effet, les mêmes : *ce sont deux résonateurs à coupure sans micromètres*. La présence du tube à air raréfié permet, en effet, de se rendre compte du fonctionnement des appareils sans avoir à consulter les micromètres. Ces observations expliquent que les lois

du résonateur à coupure soient celles qui régissent le résonateur complet, à condition de faire jouer à la coupure le rôle dévolu au micromètre du résonateur complet. — En ce qui concerne le résonateur à deux micromètres, on observe en particulier que, si les deux micromètres donnent simultanément des étincelles, la luminescence intéresse tantôt les extrémités voisines de l'un des micromètres, tantôt les extrémités voisines de l'autre micromètre. Ce fait est dû à ce qu'il peut arriver que l'étincelle éprouve une plus grande difficulté à se produire à l'une des interruptions qu'à l'autre; cela peut avoir lieu tantôt à l'une, tantôt à l'autre des interruptions. *La plus résistante des interruptions joue le rôle de coupure.* Les portions voisines des conducteurs qui y aboutissent sont entourées de luminescence alors que l'autre interruption (*la moins résistante*) est seulement le siège d'une étincelle produite par le courant circulant dans le résonateur. C'est dans cette interprétation de l'expérience qu'il faut voir la distinction à faire entre le micromètre d'un résonateur complet en activité et le micromètre d'un résonateur à coupure en activité. La conclusion de ces diverses expériences est la suivante : *Le résonateur doit être considéré comme ayant un ventre de vibration au milieu de sa longueur et de deux nœuds de signes contraires à ses deux extrémités.*

Lorsqu'on tend, à partir d'un excitateur électrique en activité, deux fils conducteurs parallèles, suivant que ces fils sont reliés à deux plaques terminales voisines de chacun des plateaux de l'excitateur ou qu'ils sont réunis à deux plaques voisines du même plateau de l'excitateur, ces fils de concentration produisent un *champ ordinaire* de Hertz dans le premier cas, un champ que nous avons appelé *champ interférent* dans le second cas. En disposant convenablement un réso-

nateur dans un champ interférent, on observe que le déplacement d'un pont ou d'un résonateur, même le long des fils de concentration, est impuissant à produire le fonctionnement du résonateur. Il est d'ailleurs facile de transformer un champ ordinaire en champ interférent et *vice versa*, par l'addition dans une coupure faite sur l'un des fils de concentration d'une longueur additionnelle de fil égale à la demi-longueur d'onde des oscillations qui excitent le résonateur qui sert à l'observation. Suivant qu'on supprime ou non cette longueur additionnelle par la manœuvre d'un pont, on transforme ou non le champ ordinaire avant la longueur additionnelle en champ interférent après la longueur additionnelle. On peut différencier d'une manière très nette le champ ordinaire du champ interférent sans avoir recours à l'observation d'un résonateur. Il suffit de faire traverser aux fils de concentration un espace dans lequel l'air est convenablement raréfié. Une cloche de 2 litres à 3 litres de capacité reposant sur un plan de verre est traversée par deux tubes de verre parallèles, mastiqués dans la paroi, et que traversent les fils de concentration du champ.

Ce dispositif permet de déplacer la cloche le long des fils. L'air de la cloche est amené à un degré convenable de raréfaction. On constate que la luminescence produite par les fils de concentration est très faible lorsque les fils concentrent un champ interférent et qu'elle devient très vive lorsqu'ils concentrent un champ ordinaire. Cette méthode d'observation des phénomènes hertziens dans le vide peut être généralisée et appliquée à l'étude de la manière dont le champ influe sur un résonateur. A cet effet, on dispose dans la cloche un résonateur qu'on peut, par des mouvements convenables donnés à la cloche, soit suspendre

à un crochet qui le maintient dans une position telle que son plan est perpendiculaire au plan des fils de concentration, soit placer sur les tubes mêmes qui servent de guides aux fils de concentration du champ (le plan du résonateur est alors parallèle au plan des fils de concentration), soit enfin faire tomber dans la partie inférieure de la cloche et le soustraire ainsi à l'action du champ. Il est ainsi facile d'observer les différences dans les aspects de la luminescence qui se produit à l'intérieur de la cloche dans les divers cas. Les phénomènes observés confirment les observations précédemment faites avec les résonateurs à gaîne d'air raréfié. Les mesures de longueur d'onde faites par les déplacements d'un pont ont montré que la demi-longueur d'onde des oscillations qui excitent un résonateur donné est très sensiblement égale à la longueur du résonateur. La perturbation micrométrique observée dans les mesures faites dans l'air doit être rapportée à la présence de l'air. Ce résultat est confirmé par la comparaison des mesures faites à l'aide d'un résonateur à coupure et à micromètre disposé dans une cloche à air raréfié et dont le micromètre est, par un dispositif spécial, successivement maintenu dans l'air, puis dans l'air convenablement raréfié. L'application de cette méthode consistant à disposer dans l'air raréfié, non plus le résonateur seul, mais encore la portion du champ hertzien qui avoisine le résonateur, y compris les fils de concentration, est susceptible de fournir, en offrant une sorte de spectre du champ hertzien, d'autres renseignements intéressants. Nous en poursuivons actuellement l'étude.

La Télégraphie sans fil sous-terrestre.

Enregistrons, à titre de document, la nouvelle suivante donnée par le *Matin :*

« Le colonel de génie militaire russe Pilsoudski avait prétendu, à la suite de la découverte de Marconi, que les ondes se transmettent bien plus aisément et d'une façon plus intense par le sol que par l'air. Après quelques expériences en Russie, il est venu créer dans la banlieue parisienne deux stations électriques qui, à l'appui de son affirmation, transmettent des messages télégraphiques par voie terrestre. Le *Matin*, le premier, a assisté aux essais fort concluants du savant colonel, expériences jusqu'alors tenues secrètes et exécutées entre deux villas du Vésinet.

« L'appareil employé par le colonel Pilsoudski ne diffère du matériel dont se sert Marconi que par ses électrodes. A la station qui envoie le message, puis au poste qui le recueille, les ondes sont transmises ou reçues par deux électrodes, l'un enfoui en terre à une certaine profondeur, l'autre ayant une disposition spéciale. Donc, deux électrodes au départ, deux à l'arrivée. La distance qui sépare ces électrodes à l'un des postes est rendue plus ou moins grande selon la distance que doit franchir le message. Grâce à la découverte du colonel russe, avec des appareils d'une puissance insignifiante, on transmet par ondes terrestres une dépêche à 550 mètres, tandis que par voie aérienne, elle ne va pas au delà de 50 mètres. On a, d'ailleurs, constaté que sur terre l'émission de courants électriques sans fil, selon le système Marconi, est à peu près impossible. Les arbres, les accidents de terrain constituent autant d'intercepteurs. Les deux

postes du Vésinet, situés à 537 mètres l'un de l'autre, ont envoyé et reçu devant nous un message du rédacteur du *Matin*, adressant ses félicitations au colonel Pilsoudski.

« L'inventeur prétend que la distance que peuvent franchir les dépêches confiées à la terre est illimitée. Et il travaille en ce moment à l'établissement de postes qui relieront un coin de la banlieue parisienne à l'étranger. Pour affirmer sa suprématie, la télégraphie sans fil, par terre, enverra des messages à des centaines de kilomètres, au lendemain même de son entrée dans le monde, un peu surpris. La découverte du colonel Pilsoudski rendra de grands services en temps de manœuvre et en guerre. Un chariot et un cheval peuvent aisément transporter tous les appareils nécessaires à l'établissement d'une station télégraphique sans fil par voie de terre. Et, en quinze ou vingt minutes, huit hommes, sous la conduite d'un sous-officier, sont aptes à établir les électrodes. Je n'ai pas à étudier ici tous les avantages que les simples particuliers sauront recueillir de la télégraphie affranchie du contrôle officiel. Le gouvernement russe a déjà reconnu l'importance des travaux du colonel Pilsoudski en lui demandant de procéder à des essais dont bénéficiera son service des postes et télégraphes. »

Le *Times* du 15 décembre annonce que Marconi communique de Poldhu (Cornouailles) à Saint-Jean-de-Terre-Neuve !

— Toutes les méthodes tendent à pénétrer dans le public par les efforts de MM. Popp, Branly,... mais que fera l'Etat en présence de ces transmissions qu'il ne peut empêcher et qui menacent son monopole ?

CHAPITRE VII

LA TRACTION ÉLECTRIQUE

Les chemins de fer électriques. — Omnibus et tramways électriques. — Voitures automobiles électriques. — Navigation électrique. — L'électricité dans les mines. — La plus longue transmission d'énergie électrique. — Presse électrique à l'emporte-pièce. — Grues mobiles électriques.

Les Chemins de fer électriques.

La vapeur a atteint son apogée et voit désormais sa puissance décroître, remplacée qu'elle est, peu à peu, par l'électricité. Dans le chapitre des « Accidents et Hygiène Électriques », nous décrivons les voies actuelles, rails et contacts, aussi n'avons-nous ici à parler que des moyens de traction électrique.

Le Royaume-Uni a, en chiffres ronds, vingt mille locomotives, chacune pourvue d'une source de chaleur isolée et relativement assez mesquine. Il y aurait économie évidente à avoir moins de sources de chaleur, et les avoir plus fortes dans des stations de force électrique. Une locomotive électrique ne transporte ni charbon ni eau avec elle, et elle n'a pas à maintenir un foyer en activité. Elle n'a pas à produire de vapeur superflue ce qui augmente encore le coût du charbon. Elle n'a pas à se débarrasser chaque jour de cendres aussi inutiles qu'embarrassantes. Lorsqu'elle a besoin d'énergie, elle l'emprunte à un troisième rail courant

à ses côtés. Lorsque la machine est stationnaire ou si elle marche à une allure plus lente, ou bien encore si elle descend une pente, il n'y a pas de force de perdue, car le courant qui n'est pas employé pour le moment, passe et sert à une autre locomotive sur un autre endroit quelconque. Par l'adoption de la traction électrique nous pouvons établir les pièces les plus compliquées de mécanisme sur des bases solides. La locomotive électrique est simplement un récepteur et un transformateur d'énergie ; elle n'a pas la prétention d'engendrer la force. Son mécanisme principal consiste en roues à rotations douces, de sorte que les pulsations désespérées d'un piston, agissant plus ou moins péniblement, ne portent plus sur les nerfs agacés des voyageurs, pas plus que les mouvements alternatifs de certaines parties du mécanisme, agissant réciproquement, ne créent pas de ces oscillations capables de déranger les voies permanentes les mieux établies. De plus, une grande partie de la dépense du nettoyage des locomotives se trouve supprimé, ce qui, chaque année entraîne des frais de 40 l. par locomotive, le mécanisme rempli de poussière et surchauffé devant subir un nettoyage et des réparations spéciaux trois ou quatre fois par semaine, et cela, avant un complet refroidissement. Il y a encore bien d'autres économies que nous passons sous silence.

Aussi les chemins de fer électriques se multiplient.

— Les *Anglais* qui ne veulent pas de tunnel entre la France et l'Angleterre, en veulent bien un entre l'Angleterre et l'île de Wight. Ce tunnel qui sera creusé sous le Solent, sera commencé au commencement de septembre prochain et sera vraisemblablement terminé l'année prochaine. Il aura quarante kilomètres de long et coûtera plus de 12 millions de

francs. Une voie ferrée y sera construite, et des trains électriques le parcourront. On pourra, par suite, aller directement de Londres à l'île de Wight, en deux heures et demie de temps, sans recourir aux paquebots.

— La *Compagnie d'Orléans*, en prolongeant sa tête de ligne jusqu'au quai d'Orsay, a utilisé les machines électriques du type Thomson, la forme générale étant très différente et ne comportant qu'une seule cabine de machiniste et rappelant les dispositions des machines américaines et allemandes que nous avons pu voir à l'Exposition. La constitution générale des locomoteurs comprend deux boggies portant un moteur sur chaque essieu, l'entraînement des roues motrices pouvant se faire par engrenages ou directement, on facilite l'entraînement par la suspension du moteur ou par l'interposition d'un lien élastique entre le moteur et les roues, pour éviter les à-coups de démarrages. Les moteurs série sont de beaucoup les plus pratiques pour la traction. Cependant on doit y renoncer, et on a recours à une excitation indépendante ou mixte, lorsqu'on veut par exemple obtenir une autorégulation de la vitesse comme dans les trains Sprague.

Ces moteurs de traction affectent les mêmes formes générales que celles des moteurs de tramway. Ils sont de constitution robuste et clos aussi hermétiquement que possible, pour éviter l'accès de la poussière sur les paliers ou sur le collecteur. Ils sont généralement multipolaires, car ainsi ils sont moins lourds pour une même puissance. On renonce dans ces moteurs au décalage des balais, car ils doivent marcher dans n'importe quel sens sans qu'il se produise d'étincelles nuisibles au collecteur. Ils doivent supporter sans danger les efforts de démarrage toujours assez brus-

ques, et pour que l'on ait toute sécurité dans l'isolement, ils sont essayés avant leur emploi sous une tension de 3,000 à 5,000 volts. Sur les boggies ainsi constitués repose la caisse du tracteur qui contient tous les appareils de manœuvre et de régulation. Ces appareils sont d'ailleurs les mêmes que ceux des tramways, mais on eut quelques difficultés dans leur construction par suite de l'emploi de courants à haute tension et grand ampérage. Ce sont les contrôleurs, les disjoncteurs automatiques, boîtes de résistances, compresseurs d'air pour freins Westinghouse, et appareils de lecture : ampèremètre, voltmètre, manomètre. On utilise surtout les courants continus ; ce courant est distribué dans un conducteur parallèle à la voie, que la pratique a fait placer au niveau du sol et dans l'entrevoie ; c'est d'ailleurs ce que nous pouvons voir à l'Orléans, au Métropolitain et à l'Ouest (1).

— L'*Allemagne* a suivi : on a inauguré en 1901 le chemin de fer électrique suspendu de Barmen-Elberfeld-Wohwinkel en présence de l'Empereur et de

(1) L'ancienne gare de la place Valhubert, gare des messageries et des denrées, est desservie par une sorte de funiculaire qui véhicule les brouettes et les chariots sur toute la longueur du quai de débarquement. Une autre installation électrique, beaucoup plus importante, s'achève en ce moment : il s'agit d'un système de toiles sans fin, qui, dans l'étendue des sous-sols servira à transporter les colis de grande vitesse vers un point central où ils seront soumis à un premier triage. Puis de nouvelles toiles les reprendront et, amenés à l'extérieur par une plate-forme aérienne, les colis subiront le classement définitif, par wagons et par fourgons. Des « goulettes » ou orifices permettront de verser, à leur arrivée en gare, les colis sur la toile sans fin aménagée en vue du triage. Il est presque inutile d'ajouter que si, d'une part, on attend de bons résultats avec ce système, d'autre part la Compagnie a dû s'imposer de gros sacrifices pour la machinerie et les aménagements si compliqués de ses nouvelles installations électriques.

l'Impératrice, des autorités et des personnes les plus marquantes dans l'industrie et le commerce de cette région. Les visiteurs de l'exposition de 1900 ont pu en voir un tronçon exposé à l'annexe de Vincennes ainsi qu'un des types de wagons qui y sont suspendus. Ce genre de chemin de fer électrique assez bizarre et, disons-le, aussi peu gracieux que possible, est de l'invention de M. Eugène Langer, grand industriel métallurgiste de Cologne, décédé en 1895 sans avoir pu voir mettre à exécution son inovation qui se distingue surtout par une très grande ingéniosité et surtout par la science mécanique qu'il a fallu avoir pour vaincre les difficultés d'exécution qu'a présenté la genèse de cette entreprise. Ce système se réclame des avantages suivants : 1° on peut l'établir au-dessus des canaux, sans avoir à payer pour les terrains où une ligne quelconque doit passer, par ce fait, il y a économie ; 2° étant monorail, il offre moins de résistance de traction et se prête mieux à suivre les courbes les plus accentuées. Sur ces deux avantages, il n'y a guère que le dernier qui puisse être pris en considération, car par le système d'arches de support en abuttement qui a été adopté on pouvait tout aussi bien construire un chemin de fer électrique à deux voies dans le genre de celui de l'Exposition. Les fermes et tabliers de fonte donnent la solidité voulue quoique d'un système nouveau mais sont tout aussi encombrants, sinon plus que ceux qui avaient été construits sur le chemin de fer électrique provisoire de l'Exposition.

— La *locomotive électrique* a également fait son apparition à Berlin à raison de 200 kilomètres à l'heure par un express électrique ; en voici la description d'après un quotidien : D'aspect disgracieux, basse et de dimensions restreintes, elle ressemble

beaucoup aux automobiles du dernier système qui n'offrent pas beaucoup de surface à l'avant et qui traversent l'air comme un obus. Toute construite en fer, la plateforme longue de 4 mètres repose sur deux essieux et quatre roues d'un mètre de diamètre. Largeur de la machine, $2^m 20$; longueur totale, tampons compris, $6^m 30$; hauteur de la plateforme, $1^m 20$. La cabine du machiniste est en verre et pour prévenir tout danger d'électrocution, les poignées et les marchepieds sont revêtus d'isolateurs en porcelaine. Poids total de la machine, 16,000 kilogrammes. Malgré la bonne réussite de ces essais, nous ne sommes pas encore à la veille de voir se généraliser ce mode de transport. Le tablier des lignes ferrées actuelles n'est en effet pas assez solide et les rails n'offrent pas assez de garantie de solidité.

— Dès le début de la traction électrique, on avait songé, en Allemagne (1), à l'utiliser pour réaliser des vitesses de 100, 150 et même 200 kilomètres par heure, aujourd'hui atteintes. Le premier projet de ce genre a été publié, en 1890, par son promoteur, M. Zipernowsky, qui voulait relier Vienne à Budapest : ce projet ne fut pas exécuté, et bon nombre qui le suivirent eurent le même sort. Les courants polyphasés et les applications heureuses qu'ils ont reçues à la traction pendant ces dernières années ont remis la question à l'ordre du jour, les projets se sont précisés, des sociétés d'études se sont formées, des expériences longues et coûteuses ont été instituées, et nous sommes à la veille de voir passer dans la pratique des idées qui, il y a dix ans à peine, pouvaient passer pour des

(1) « La locomotion électrique à grande vitesse en Allemagne, par voitures automotrices », d'après *L'Industrie Electrique*, de notre confrère E. Hospitalier.

rêveries ou des utopies. Il est aujourd'hui à peu près certain que la première ligne électrique à grande vitesse sera un chemin de fer militaire reliant Berlin à Zossen, avec près de 200 kilomètres de développement. On veut arriver à la suppression des locomotives et l'*emploi de voitures automotrices* portant une cinquantaine de voyageurs seulement, et se succédant à de fréquents intervalles. L'emploi de trains fréquents, commodes pour les voyageurs, est avantageux et économique, car il permet de régler les horaires de façon à répartir convenablement la charge des usines génératrices et des lignes. Un deuxième point non moins caractéristique et intéressant sera l'emploi de courants alternatifs triphasés à haute tension (10.000 à 12.000 volts) fournis par la station centrale d'Obersprée de la *Berlin Elektricitäts Werke*. Ces courants arriveront directement dans les voitures par trois fils latéraux et trois paires de prises de courant, et seront réduits à basse tension sur la voiture même par des transformateurs disposés sous le châssis, avant d'atteindre les appareils de manœuvre et les moteurs. L'emploi de ces hautes tensions initiales permet de n'installer qu'un petit nombre d'usines centrales. L'établissement des lignes et des prises de courant pour des tensions aussi élevées et des vitesses aussi grandes constitue déjà un problème qui n'est pas sans présenter de sérieuses difficultés. Le troisième point caractéristique réside dans l'équipement tout spécial d'une automotrice dont la puissance normale sera de 800 kilowatts, mais qui devra pouvoir en développer jusqu'à 2.400, avec des courants triphasés à 12.000 volts et à la fréquence de 50 périodes par seconde, transformés sur la voiture même à une tension plus basse.

On a aussi inauguré près de Berlin, le 5 août 1901, dit l'*Electrotechnische Zeitschrift*, un *chemin de fer*

électrique destiné au service des marchandises. Il s'agit d'une petite ligne qui va relier les établissements industriels de la rive droite de la Sprée supérieure avec les gares de marchandises de Rummelsburg et de Nieder-Schœnweide du réseau de l'Etat. Cette ligne, partant de la gare de triage de Rummelsburg, se rend d'abord à Ober-Schœnweide, puis à Nieder-Schœweide. Elle est parcourue par deux locomotives électriques à trolley qui, ainsi que tout l'outillage, sort des ateliers de la Société « Allgemeine Electricitæts ». Les courants triphasés sont fournis par l'usine d'Oberspree; ils sont amenés par une canalisation aérienne. Une station de transformateurs est établie à Ober-Schœnweide. Cette ligne, qui ne dessert à cette heure que les gares précitées, doit être rendue accessible au public dans un prochain avenir. Elle est la propriété de la Société pour la construction des chemins de fer souterrains de Berlin.

— Un peu avant, *la ligne électrique du Mont-Blanc* est également entrée en exploitation; c'est dans le courant de l'année 1899 que la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a commencé les travaux de terrassement du chemin de fer à traction électrique du Fayet, près de Saint-Gervais-les-Bains, à Chamonix, première étape de l'ascension du Mont-Blanc. Ajoutons ici que la ligne en question va être sous peu prolongée jusqu'à Barberine, sur la frontière suisse. La longueur entière, entre la gare du Fayet et celle de Barberine, est de trente-sept kilomètres et demi. Pour ne parler que de l'important tronçon à présent achevé et dont le développement atteint près de 20 kilomètres, nous dirons qu'il part de la cote 850 pour aboutir à celle de 1.138 mètres, après avoir franchi de nombreux obstacles naturels, notamment le col des Mon-

tets, à l'altitude de 1.461 mètres. C'est assez faire comprendre les difficultés exceptionnelles qu'ont eu a résoudre les ingénieurs pour mener à bien une entreprise aussi audacieuse. En outre, du Fayet à Chamonix, il y a de très fortes rampes de 90 millimètres par mètre, l'une entre Chedde et Servoz, l'autre entre Servoz et les Houches. La ligne est à une seule voie, l'écartement des rails ayant été fixé à un mètre et le rayon minimum des courbes à 80 mètres.

Le tracé du nouveau chemin de fer remontant la vallée de l'Arve pendant plus de 30 kilomètres, et comme il était relativement facile d'établir sur cette rivière de puissantes chutes d'eau, on a décidé d'utiliser la « houille blanche » en la transformant, au moyen de turbines et de dynamos, en énergie électrique destinée à la remorque des trains. Pour éviter l'emploi toujours un peu aléatoire du système à crémaillère, les ingénieurs se sont arrêtés à la solution plus pratique et plus sûre des véhicules automatiques.

Deux usines de force, installées l'une à Servoz, l'autre aux Chavants, produisent le courant continu, sous une tension de 550 volts, qui est transmis aux voitures par l'intermédiaire d'un conducteur formé par un rail ordinaire en acier disposé le long de la voie. La puissance combinée de ces usines permet de lancer sur la ligne, à des intervalles alternés de quinze à trente minutes, des trains de 90 tonnes animés d'une vitesse moyenne de 28 kilomètres à l'heure. N'oublions pas, en effet, qu'il ne s'agit pas d'établir des records de vitesse, mais d'escalader un des contreforts du Mont-Blanc. L'usine de Servoz, qui utilise une chute d'eau de 40 mètres, développe une puissance normale de 1.400 chevaux. Elle contient quatre turbines centripètes fonctionnant à 450 tours par minute

avec un débit de 850 litres à la seconde. Chaque turbine actionne une dynamo génératrice de 200 kilowatts. Deux autres turbines supplémentaires mettent en mouvement deux dynamos excitatrices moins puissantes. Aux Chavants, l'usine de force utilisant une chute de 94 mètres comporte, comme celle de Servoz, le même nombre de turbines et de dynamos qui fournissent un courant constant de 370 ampères, sous un courant constant de 550 volts.

Les véhicules automoteurs sont construits suivant trois types différents et serviront au transport des voyageurs, des bagages et des marchandises. Chaque voiture se compose d'une caisse appropriée à l'usage qu'on lui destine, fixée à un châssis reposant sur un truck-moteur. Celui-ci est monté sur deux essieux avec roues de 93 centimètres au contact. Les essieux sont actionnés chacun par un moteur de 75 kilowatts à quatre pôles, qui leur imprime le mouvement de rotation. Par ce système, les démarrages se font avec sûreté et rapidité, et le roulement s'effectue sans secousses ni trépidation. Le matériel à voyageurs comprend huit voitures de première classe à 24 places, huit voitures de deuxième classe à 30 places et seize voitures mixtes (première et deuxième classes) à 28 places assises. Tous ces véhicules, dont le poids uniforme est de 18 tonnes, sont à couloir central avec plate-forme aux deux extrémités. Des fourgons et des trucks automatiques, munis comme les voitures à voyageurs d'un triple frein automatique, complètent le matériel roulant de la nouvelle ligne électrique de Chamonix.

— Une concession, pour un chemin de fer électrique à double voie, qui doit relier, à l'île de Ténériffe, les ports de Luz et de Las Palmas, dans la

Grande-Canarie, a été dernièrement accordée à une entreprise belge. Cette ligne longera la côte et aura un développemeut de 7 kilomètres environ.

— Après le métropolitain de Paris, le *métropolitain électrique de Boston* (*U. S.*) est ouvert à l'exploitation entre Charlestown et Roxburg, et est aérien pour la plus grande partie; l'autre partie est au niveau du sol. La traction électrique est appliquée à l'ensemble de la ligne, qui comporte un développement de 17^{km}600. C'est un troisième rail qui sert de conducteur au courant électrique; le rail le plus proche de ce troisième rail est celui par lequel se fait le retour du courant; un câble de cuivre est placé à terre tout le long de ce rail de retour de courant pour augmenter la conductibilité de ce retour. Les trains sont composés de trois, quatre ou cinq voitures de 14 mètres de longueur, selon les heures de la journée. Elles sont toutes montées sur bogies et automotrices. Elles comportent, par conséquent, toutes, à chacune de leurs deux extrémités, un emplacement spécial muni de contrôleurs pour le wattman. Chaque voiture est pourvue d'un système de mise en marche. Les banquettes sont aménagées le long des parois intérieures, les voyageurs se faisant face; au milieu et de chaque côté, une porte s'ouvre seulement de l'extérieur et est fermée en permanence, à l'exception du cas où un grand nombre de voyageurs doivent embarquer ou descendre. Les voitures n'ont pas de marchepieds, en raison de ce que leurs planchers sont au niveau des quais des stations. Les voitures sont chauffées et éclairées à l'électricité. A cet effet, sur les deux côtés du bogie moteur sont disposés des frotteurs pour la prise de courant sur le troisième rail. Chaque voiture porte en dessous l'air comprimé produit dans un ré-

servoir par un moteur électrique spécial, pour le fonctionnement du sifflet et du frein automatique. Toutes les voitures portent une lanterne à leur partie supérieure, indiquant de chaque côté, et par transparence, la destination des trains. Des appareils actionnant le frein sont placés dans tous les postes de wattman, de telle sorte qu'en cas de nécessité un train peut être conduit de l'une quelconque des voitures. (*La Vie Scientifique.*) — A noter le *funiculaire électrique* de Palerme.

Omnibus et Tramways électriques.

Un service d'omnibus électriques a été ouvert récemment à Berlin, sur une ligne allant de la gare de Stettin à la gare d'Anhalt. Dès le commencement de l'année 1900, la Compagnie des Omnibus de Berlin faisait des essais sur des voitures de douze places d'intérieur et de six places de plate-forme arrière. La batterie d'accumulateurs comprenait 44 éléments Pollak, logés sous les banquettes; cette batterie suffisait pour un parcours de 16 à 18 kilomètres. Deux moteurs Siemens et Halske actionnaient chacun une des roues d'arrière par l'intermédiaire d'une réduction de vitesse. Notre collaborateur, M. L. Périssé, nous communiqua à cette époque des renseignements très intéressants sur ces premières voitures. Ces essais ont donné de bons résultats. On peut dire que la capitale allemande est la seule ville au monde qui possède actuellement des lignes d'omnibus électriques à accumulateurs. Le parcours de la ligne que nous citons plus haut est d'une longueur de $4^{km}3$ et s'effectue en 25 minutes; le prix pour le circuit total est de 0 fr. 125 (10 pfennigs). La charge des accumulateurs peut suffire à 15 kilomètres; chaque voiture fait par jour en-

viron 100 kilomètres sur une voie normale, mais cependant présentant des rampes de 7 pour 100. Une station centrale se trouve à chaque extrémité de la ligne pour charger les accumulateurs. Le service actuel donne toute satisfaction et il est déjà question d'établir d'autres lignes.

A Paris, nous avons depuis quelques années des tramways électriques à accumulateurs dont le fonctionnement ne laisse rien à désirer. Parmi ces tramways, nous signalerons les tramways de la Madeleine et de l'Opéra à Saint-Denis, les tramways de la Madeleine à Levallois-Perret, de la Madeleine à Neuilly, les tramways de la place de la République à Pantin, Aubervilliers, Gennevilliers. Toutes ces voitures circulent depuis trois ans environ à la satisfaction générale et il n'y a jamais eu d'interruption dans le service. Toutefois, depuis quelque temps, la Compagnie des Omnibus de Paris a mis en exploitation, sur la ligne Cours-de-Vincennes-Louvre, des tramways électriques de construction très défectueuse. Les voitures sont lourdes, massives, mal équilibrées et, en pleine vitesse, prennent un mouvement que les voyageurs ne supportent que difficilement. Les accumulateurs sont placés sous les banquettes dans de mauvaises conditions; par suite des mouvements de la voiture, l'eau acidulée déborde de tous côtés. La Compagnie a adopté le système de charge rapide pour les accumulateurs et les voitures à peine chargées sont remises immédiatement en service; on n'établit pas de ventilation pour faciliter le dégagement des gaz provenant de la charge. Aussi, à l'intérieur des voitures s'échappent des vapeurs acides abondantes.

En définitive, bons omnibus à accumulateurs à Berlin, bons tramways à accumulateurs à Paris-banlieue. Mais mauvais tramways électriques de la

Compagnie des Omnibus. Le problème a été mal étudié par cette Compagnie, et il serait urgent qu'elle apportât des modifications à ses voitures. (*La Nature.*)

— Dans *l'île de Ténériffe*, un tramway électrique relie, depuis le 15 mars dernier (*Electrical Review*), la ville de Santa-Cruz à celle de La Laguna et destiné à servir au transport des voyageurs, des marchandises et des fruits qui forment le principal article d'exportation de l'île. L'usine génératrice a été installée à La Cuesta, à mi-chemin des deux villes, à l'altitude de 290 mètres. La ville de La Lugana, distante de 8 kilomètres de l'usine, est située à l'altitude d'environ 290 mètres. Les voitures partent du port et suivent les sinuosités de la route principale. On ne dispose que d'une seule voie avec des garages à chaque kilomètre, sauf dans Santa-Cruz où le tramway suit, pour le retour, un autre chemin. La canalisation est aérienne. Les conducteurs, en rase campagne, sont portés par des poteaux en partie en bois et en partie en fer ; dans l'intérieur des deux villes, ils sont suspendus à des fils fixés à des rosaces placées contre les murs. L'éartement des rails est de 1000 millimètres. On se propose de prolonger la ligne jusqu'à Orotava et de lui donner de la sorte un développement de 43 kilomètres. L'entreprise concessionnaire porte le nom de *Compania Electrica de Tramvia de Teneriffe;* c'est une société belge fondée au au capital de 1,600.000 francs. Les rails, le matériel roulant et les machines proviennent en grande partie de Belgique. Ce tramway doit être tout à fait terminé dans cinq ans.

— La ligne qui traverse la ville de Séoul, en Corée, n'a pas de rampes, mais beaucoup de courbes. La voie à 1 mètre d'écartement et sert aussi pour le transport

dos marchandises. La station est forte de 5 unités de de 230 kilowats et de 175 kilowats.

— D'après des documents statistiques officiels, au commencement de 1901, la longueur totale des lignes de tramways existant en Europe est encore relativement faible. C'est ainsi, par exemple, que la ville de Londres, avec 6,500,000 habitants, possède un réseau de tramways de 110 kilomètres plus faible que celui de la ville de Cleveland (Ohio), dont la population ne dépasse pas 375,000 âmes. Voici d'ailleurs comment cette statistique peut être résumée :

Amérique		Europe	
Chicago.....	1619 kil.	Berlin.....	435 kil.
Brooklyn.....	819	Londres.....	426
Philadelphie.....	803	Paris.....	330
New-York City...	737	Vienne.....	266
Baltimore.....	625	Bruxelles.....	131
Cleveland.....	536	Amsterdam.....	131
San Francisco....	414	Saint-Pétersbourg.	130
Washington.....	251	Rome.....	29

— D'autre part les *batteries d'accumulateurs pour tramways*, abandonnées par Birmingham, Chicago, Englewood, Hanovre, restent en usage, et M. Grindle, à Manchester, reprend la chose, avec l'espoir d'arriver à un résultat satisfaisant. Des batteries d'accumulateurs ont déjà donné des parcours dépassant 1,100,000 milles, à des prix très abordables. Le savant électricien établit à l'aide d'exemples probants (accumulateurs de Douglas, de Zurich) que les méthodes utilisées dans ces villes, bien que dépassées depuis par les procédés actuels, sont malgré tout très intéressantes, et qu'on leur doit toute la série des progrès qui ont suivi et confirmé la nécessité des accumulateurs. Il fait ensuite un examen consciencieux des avantages que donne

l'installation d'une batterie dans une distribution de force motrice, grâce à laquelle on réalise une économie et comme prix d'installation et comme dépenses d'exploitation.

Voitures automobiles électriques.

Les *automobiles électriques* qui appartiennent à Londres, à la *British and Foreign Electric Vehicle C°*, sont du type Krieger, spécialement étudiée pour la Compagnie. Une paire de moteurs actionne les roues d'avant à la manière habituelle de ces constructeurs; les moteurs sont enroulés de telle façon qu'on peut les employer comme machines shunt, série ou compound. Le combinateur donne six vitesses avant, et il sert aussi pour la marche arrière. La batterie, de 50 éléments, est divisée en deux parties : l'une est placée au-dessous des sièges, un coffre placé à l'avant contient l'autre partie. Le poids de l'automobile entière en ordre de marche est de 2,000 kilogrammes, dont 1,120 représentent la batterie. La capacité des éléments est de près de 250 ampères-heure et le régime de décharge est normalement de 25 à 35 ampères avec un maximum de 50 ampères. La marche est silencieuse. La course en question fut faite de Londres à Reading et retour, sur une distance totale de plus de 150 kilomètres, sans recharge de la batterie. La charge donnée avant le départ fut de 300 ampères-heure et la tension fut maintenue à 101 volts pendant le voyage à Reading. En aucun moment la vitesse n'excéda plus de 19 km, 2 par heure, car le but poursuivi était de montrer que l'automobile pouvait parcourir cette longue distance à la vitesse légale et sur laquelle on peut compter.

Une autre classe d'automobiles qui réussit bien en Angleterre est celle construite avec les brevets de Still.

Dans ces automobiles on emploie la batterie *Ideal,* les plaques étant du type Faure, mais spécialement construites pour permettre la dilatation. Le moteur est la partie la plus curieuse de l'automobile. L'armature et les inducteurs tournent en sens inverse. Le mouvement est transmis de leurs arbres, au moyen de chaînes, à des pignons dentés fixés aux roues sur chaque côté, mais dans un des cas le sens de rotation est renversé grâce à l'emploi d'un dispositif spécial. Une de ces automobiles, qui est spécialement construite pour monter les côtes, a récemment gravi près de Londres, avec succès de fortes rampes, dont la pente atteignait 20 p. 100. puis elle accomplit un parcours de 32 kilomètres. La voiture contenait quatre personnes et monta les côtes à peu près à 6 km,5 à l'heure avec un moteur de 4 chevaux.

— Les *Sapeurs-Pompiers de Paris* ont une voiture électrique. La voiture est toujours prête à partir à l'aide d'accumulateurs chargés à l'avance et placés dans les voitures. Le fourgon devient dès lors une véritable automobile et il n'y a plus de chevaux à harnacher au moment critique du départ; un tour de volant et le fourgon s'ébranle aussitôt. Les premières voitures construites étaient simplement destinées au transport du personnel et du petit matériel; actuellement, les sapeurs-pompiers possèdent des voitures pour les grandes échelles et les pompes sont également montées sur caisson électrique. Quand les acculateurs ont toute leur énergie électrique dépensée, il suffit de les remplacer par d'autres qui sont chargés d'avance. Un *dogcar à 4 places* du poids de 1250 kilogr., pouvant parcourir en palier sans recharge une distance de 100 kilom. à une vitesse moyenne de 25 kilomètres à l'heure (système A. Meynier et R. Legros), comprend un truck-essieu-auto-mo-

teur en acier profilé supporté par deux essieux, celui d'avant directeur, celui d'arrière moteur et pouvant recevoir une caisse. Une batterie d'accumulateurs est du type Fulmen à 48 éléments à 17 plaques. Le moteur est caractérisé par deux induits à anneaux extérieurs à l'inducteur, et chaque anneau est supporté en porte à faux par un croisillon en alliage d'aluminium. Les balais en charbon sont fixés à demeure, et ne donnent aucune étincelle dans la marche avant ou dans la marche arrière. L'inducteur bipolaire en fer doux de Suède est excité en série. Il forme palier aux extrémités des arbres à 2 induits. Sa forte section lui donne une résistance magnétique très faible, avec un grand champ magnétique produit par une dépense d'excitation très minime. La voiture marchant en palier à la vitesse de 24 kilomètres à l'heure demande environ 2,500 watts.

— La voiturette « Cleveland-Car » est à un seul moteur bipolaire enroulé en séries, il est construit de façon à donner une force normale de 2 chevaux sous une tension de 80 volts à 1,800 tours par minute. Il peut supporter une surcharge de 150 0/0. Malgré le rendement de ce moteur, il est cependant très léger. Il est attaché au centre de l'essieu arrière par deux coussinets à billes situés de chaque côté du différentiel. Une force égale est donc transmise à chaque roue motrice. La construction spéciale de l'essieu évite l'emploi de nombreux paliers d'un usage si général sur les appareils de ce type. Le moteur est suspendu au châssis de la voiture au moyen d'une attache rigide.

L'induit et les engrenages sont protégés par une enveloppe en bronze. La transmission à l'essieu arrière se fait au moyen des engrenages à double réduction, absolument silencieux. Le moteur lui-même est muni

d'un jeu d'engrenages semblables au démultiplicateur d'un tour, et qui peut être mis en service au moyen d'un levier placé à côté du moteur ; l'emploi de ce jeu d'engrenages permet de doubler le torque du moteur, c'est-à-dire le rapport du moteur aux roues motrices. En se servant de ce mécanisme, l'on peut obtenir le torque donné par un moteur de dix chevaux dans les côtes très raides. Ce perfectionnement ne se trouve sur aucune autre voiture électrique.

Le courant électrique est fourni par une batterie d'accumulateurs placée dans la caisse de la voiture ; cette batterie se compose de 40 éléments, renfermés dans 4 boîtes de 10 éléments chacune.

— Le moteur électrique de l'*accumobile* Mildé se compose d'un inducteur fermé, à 4 pôles, à 2 enroulements série, avec un induit à tambour. Il peut fournir 2,250 watts à la vitesse de 1,800 tours. Le moteur étant en série, le couple moteur varie en raison inverse de la vitesse angulaire de l'induit que l'on modifie par l'excitation du champ inducteur. Les accumulateurs sont du type Heinz et le combinateur est disposé, concentriquement à l'axe de direction. Au démarrage, on intercale un rhéostat en série avec le moteur ; pour la 2e vitesse, on couple en quantité et pour les 3e et 4e, on opère des shuntages successifs de l'inducteur. Afin d'éviter de brûler le moteur, il faut passer par la position d'arrêt pour freiner ou passer marche arrière. Le freinage en descente s'obtient par la mise en court-circuit du moteur devenu générateur sur une résistance. Le freinage en rampe s'obtient par la rupture du courant et les 2 freins mécaniques. La marche en arrière s'obtient par l'inversion du courant dans l'induit.

Dans la *voiture* de *MM. Lindstrom* et *Hewitt*, le

courant électrique de la batterie d'accumulateurs va directement aux deux moteurs, à quatre pôles, actionnant la voiture. Cela sans interposition de rhéostat, les changements étant obtenus par des changements de vitesse la force électro-motrice produite par le groupement des éléments de la batterie en multiple, en série multiple ou en série. Les inducteurs du moteur sont d'ailleurs montés en parallèle et les induits en série. L'entrefer ou intervalle d'air, compris entre l'inducteur et l'induit, doit être aussi réduit que possible, la résistance de l'air étant plus grande que la résistance de l'acier doux au passage du courant électrique ; mais toutefois cette réduction ne doit pas dépasser le quart de la longueur de la cannelure ou rainure de l'induit dans laquelle sont logés les fils de l'induit, car il peut se produire de fortes étincelles aux balais si les dimensions de l'entrefer sont trop réduites. Cependant ce principe n'est vrai qu'à partir et au-dessus d'une force électromotrice de 250 volts, car si les induits sont montés en série, sur 80 volts, ce qui donne 40 volts, pour chacun d'eux, et que l'on divise l'induit en 30 ou 40 bobines, il ne se produit plus d'étincelles. Si l'induit et l'inducteur étaient montés tous deux en parallèle ou tous deux en shunt ou dérivation, la vitesse serait bien plus grande, mais la dépense du courant augmenterait aussi.

Les accumulateurs se composent de 40 éléments de deux volts chacun placés dans quatre bacs et dans chacun d'eux les éléments sont montés en tension. 1re vitesse : Les séries d'éléments sont groupés en parallèle ou en multiple, 20 volts aux inducteurs et 10 volts aux induits. 2e vitesse : 40 volts aux inducteurs et 20 volts aux induits. 3e vitesse : Tous les éléments sont en tension donnant 80 aux inducteurs et 40 aux induits. L'entrefer sera donc réduit autant que pos-

sible. Si la rainure d'induit est de 8 m/m, l'entrefer sera de 12 dixièmes de millimètres. La suppression du rhéostat dans le circuit entre la batterie et le moteur économise le courant et permet d'éviter l'échauffement du moteur électrique.

— Un *tandem* dû à MM. Siemens et Halske ; il est à prise de courant par archet. La largeur de l'archet est réduite au minimum, ainsi que la pression du ressort qui contient l'archet sur le conducteur. On peut et on doit craindre la rupture du fil (au cas où le tandem viendrait à chavirer) et brûlures et même électrocution des coureurs et des spectateurs. Cet accident a été prévu, un agencement ingénieux supprime instantanément le courant sur le fil du tandem qui vient à verser. Un arrêt peut également se produire dans la production du courant, aussi tous les tandems sont pourvus d'accumulateurs pouvant donner l'énergie pendant 1 ou 2 kilomètres.

— Un *chariot électrique* sert à MM. Pœtter et Cie, de Dortmund, pour le transport des poches de coulée contenant l'acier en fusion. Des moteurs assurent, à la fois, la translation du chariot, et les mouvements verticaux de la charge, et la rotation de la plate forme qui supporte le bras au bout duquel se trouve la poche : ce bras est équilibré. Les divers mouvements peuvent se combiner pour répondre à des circonstances diverses. Le renversement de la poche seul s'effectue à la main avec une manivelle qui agit sur une vis sans fin et une roue dentée.

— On peut calculer *la durée des accumulateurs* groupés en série, dans certaines accumobiles, l'emploi du moteur spécial évitant entièrement les changements de couplage pour obtenir les variations de vi-

tesse. Le voltage moyen par la décharge des accumulateurs est de 2 volts sensiblement avec un régime de 1,5 à 5 ampères par kilogramme de plaque pour une durée de décharge correspondante de 19 heures à 4 h. 1/4. La matière active ne tombe jamais des plaques par suite de l'emploi d'un isolant poreux dont la porosité atteint 85 0/0. Les voitures sont munies d'une batterie de 250 kilogrammes par tonne de voiture permettant de faire 80 kilomètres. Une batterie de 350 kilogrammes présentant une capacité de 120 ampères-heures au régime de 15 à 20 ampères, il faudra 135 ampères-heures pour la recharge si le rendement de la batterie est 0,90. La charge étant effctuée sous 110 volts, l'énergie emmagasinée est donc de $135 \times 110 =$ 14,850 watts-heures.

Navigation électrique.

L'idée d'opérer la *traction des bateaux* sur les canaux et les rivières par des *automobiles électriques* n'est pas prête d'entrer de la théorie dans le domaine de la pratique ; à dire vrai, ce mode serait des plus avantageux, soit par remorqueurs à accumulateurs ou à trolley. Des essais ont été faits, l'an dernier, sur le canal Bariton, par la Columbia and Electric C°, et voici les résultats obtenus : Il s'agissait de remorquer deux bateaux à sable de 100 tonnes chaque, un autre bateau à sable de 125 tonnes, et un bateau à charbon de 247 tonnes ; remorqués un par un ou deux par deux. Tout s'est accompli sans ambages ; l'automobile attelé aux bateaux démarrait sans peine, prenait rapidement la vitesse voulue qu'il conservait ensuite uniformément. A la sortie des écluses, la traction s'opérait parfois sous un angle de 20°, sans tendance aucune à un glissement latéral. Pas de patinage des roues en ter-

rain ferme, très peu en terrain sablonneux. Le passage des écluses s'est opéré tout aussi aisément qu'avec la traction animale.

Les comparaisons des efforts de traction des divers modes de traction exactement répérées et converties en dépense, a donné :

Traction animale.....	216.20
Traction vapeur.....	89.
Traction électrique.....	39.85

Ces chiffres sont ceux cités par l'*Electrical World*. Il est vrai que tout cela demande, comme confirmatian définitive, de nouvelles expériences. Une constatation importante est que la traction électrique donne du 7 à 8 kilomètres à l'heure, les chevaux du 3 kilomètres 20, et la vapeur du 4 kilomètres 6. Toutefois la vitesse passe au second plan : il importe bien moins d'augmenter la vitesse de marche des bateaux que d'empêcher les encombrements constants des écluses et des quais, encombrements qui paralysent totalement la marche des bateaux.

— *La Submerged Electric Motor C°* de *Menomonie*, dans le Wisconsin, vient de lancer un appareil pour servir de moteur aux canots de plaisance. Un propulseur gouvernail s'accroche à l'arrière du bateau, comme un simple gouvernail, on relie par un fil souple la partie émergeante du propulseur, les boîtes d'éléments sont dissimulées quelque part sous une banquette. Le moteur qui commande directement l'hélice placée sur son axe est emmagasiné dans un réservoir sphérique, qui est complètement étanche, condition indispensable. Cet appareil, même servi par de médiocres batteries, peut donner 4 milles de vitesse, et en augmentant le nombre des éléments, on pourrait arriver jusqu'à 5 et même 6 milles.

— Le canotage se prête mieux encore à l'usage de l'électricité. Sur terre, on a toujours à redouter pour les accumulateurs les décharges irrégulières à grand débit, les secousses, les départs saccadés ; sur l'eau, tout au contraire, tout cela ne saurait exister ; jamais de secousses, démarrages réguliers. On n'a plus à se préoccuper du poids pour les accumulateurs, qu'on loge aisément sous les banquettes ; la recharge se fait grâce à un petit moteur rotatif à vapeur, facile à installer ; on a, de plus, la ressource de trouver dans un port quelconque une machine, quelle qu'elle soit, dans la chaudière, qui puisse vous alimenter de vapeur qu'on utilise pour le petit moteur qui sert à la recharge des batteries. Les bateaux électriques, en plus des agréments à servir aux oisifs, peuvent aussi servir aux besoins des gros navires. Une fois immobilisés dans un port, les bateaux à fort tonnage gardent leur machine sous pression ; tout le calorique inutilisé de la machine aurait une utilisation pratique à la recharge des batteries, ce qui permettrait au bateau électrique d'établir un va et vient entre le navire et la côte. L'avantage bien précieux de ce même bateau électrique serait de pouvoir, à un moment donné, fournir un rendement considérable ; un moteur de deux chevaux et sa batterie sont à même, dans un moment d'urgence, de développer vingt chevaux pendant une demi-heure, ce qui constitue une ressource merveilleuse pour un bateau de sauvetage. Pour en revenir au type qui nous occupe, on agence habituellement ainsi un canot de plaisance ; sous les banquettes, de chaque côté de la coque, on cache la batterie. Le moteur est logé sous la banquette transversale du milieu. A portée de la main du pilote on place le groupeur ; on peut mettre la barre sur l'axe même du groupeur ; ainsi le touriste sera à même d'avoir sa barre devant

lui, absolument comme s'il conduisait une voiture. M. Trouvé avait autrefois conseillé un agencement bien pratique : placer le moteur sur le gouvernail lui-même et servir l'hélice par une chaîne ; gouvernail et moteur se meuvent ainsi ensemble, ce qui donne une grande facilité de direction ; on obtient marche arrière en inversant le courant de l'induit. Le moteur électrique doit se manœuvrer seul ; l'adjonction d'une doublure de secours, c'est-à-dire d'un moteur à pétrole, ne peut que nuire au développement d'énergie des batteries. Ce type de canot est des plus élégants et en même temps des plus pratiques, mais il ne saurait encore convenir qu'à des amateurs riches et ne regardant pas à la dépense pour la satisfaction de leurs caprices.

L'Electricité dans les Mines.

Pour forer, haler, pomper, creuser des puits, abattre du charbon, excaver,... les locomotives électriques (25 chevaux à Newcastle) conviennent très bien. Pour épuiser l'eau, on les adapte à des pompes à deux ou trois corps de pompe, ou à des pompes centrifuges à volonté. La pompe est commandée directement par l'électromoteur au moyen d'une vis sans fin. On fait souvent à ce mode de transmission le reproche que les variations brusques de la résistance se font terriblement sentir sur le moteur, ce qui n'est pas le cas avec les courroies. Mais celles-ci ne peuvent guère s'employer dans l'atmosphère humide des mines, et, en somme, la vis sans fin, lorsqu'elle est bien construite et qu'on la fait baigner dans l'huile, donne de bons résultats.

Le rendement des transmissions électriques, évalué par les constructions faites déjà à Newcastle pour une

— Le canotage se prête … de chevaux au moins,
l'électricité. Sur terre, on a … la dynamo, différence
les accumulateurs les décha… …ur la poulie et l'énergie
débit, les secousses, les dép… …2 0/0. Dans le moteur,
tout au contraire, tout cela … …esurée en watts aux
de secousses, démarrages ré… …r la poulie est encore
préoccuper du poids pour … …câble, sans retour,
loge aisément sous les banqu… …tension. Si on sup-
grâce à un petit moteur rotati… …160 mètres l'un de
taller ; on a, de plus, la resso… …uits, on trouve :
port quelconque une machine… …amo.... 100
la chaudière, qui puisse vo… …mo..... 90
qu'on utilise pour le petit mot… …..... 88
des batteries. Les bateaux é… …..... 79
agréments à servir aux oisifs, … …tisfaisant.
besoins des gros navires. Une …
un port, les bateaux à fort ton…
chine sous pression ; tout le ca… …gie
machine aurait une utilisation …
des batteries, ce qui permettrai…
d'établir un va et vient entre le…
vantage bien précieux de ce m…
serait de pouvoir, … mome…
rendement considér… mo…
et sa batterie sont … d…
gence, de dévelop…
demi-heure, ce qui …
leuse pour un bateau…
au type qui nous oc…
ainsi un canot de pla…
chaque côté de la coq…
teur est logé sous la b…
A portée de la main d…
on peut mettre la bar…
ainsi le touriste sera …

, retournait aux chutes, puis
evenir encore une fois aux
é comprenait à la fois du fil
uivre de dureté moyenne et
e courant était produit par
ouse triphasée de 1.500 ki-
analogue était employée
à l'extrémité du circuit. Les
ssantes ont été taites sur ce
nment au point de vue de
sions avec un chiffre cons-
D. B.)

rte-pièce mue
etricité.

manufactures considèrent
comme force motrice pour
st un vif progrès sur les
résent et ils introduisent
rs les derniers modèles de
ité. Parmi les manufac-
ibué à faire connaître la
par l'électricité, on peut
Bliss de Brooklyn et de
des Machines Ferracute
des presses à emporte-
ériel est aussi épais que
préférable si le matériel
sseur dépasse un demi-
pour bien des travaux
une force considérable
ls de cette machine est
remarquer que le com-
portée facile. Pour les

installation d'une centaine de chevaux au moins, donnent pour la perte dans la dynamo, différence entre la force en chevaux sur la poulie et l'énergie transmise réellement, de 7 à 12 0/0. Dans le moteur, la différence entre l'énergie mesurée en watts aux bornes et la force en chevaux sur la poulie est encore de 7 à 12 0/0. On perd dans le câble, sans retour, 5 0/0 par 80 mètres à 500 volts de tension. Si on suppose le générateur et le moteur à 160 mètres l'un de l'autre, y compris la profondeur du puits, on trouve :

Force en chevaux	sur la poulie de la dynamo....	100
—	électriques sur la dynamo.....	90
—	électriques au moteur.....	88
—	sur la poulie du moteur.....	79

Ce rendement total de 79 0/0 est très satisfaisant. (*La Vie Scientifique*, P. Crépy.)

La plus longue Transmission d'énergie électrique (250 kilomètres).

Quand nous disons 250 kilomètres, dit *La Nature*, nous exagérons peut-être, mais pas de beaucoup, puisque la distance à laquelle cette transmission a été opérée sur le territoire américain est effectivement de 153 milles, ce qui équivaut, en réalité, à 246 kilomètres. L'expérience a été faite à une très haute tension, sur les lignes de la Compagnie de Force électrique, de Seattle, lignes qui avaient été reliées de manière à former ensemble le développement nécessaire. Pendant plusieurs heures, en effet, les divers services de la Compagnie furent privés de courant et interrompus, toutes les lignes de transmission étant mises en connexion pour former un circuit continu qui commençait aux chutes mêmes fournissant le

courant, allait à Seattle, retournait aux chutes, puis allait à Tacoma pour revenir encore une fois aux chutes. Ce circuit triphasé comprenait à la fois du fil d'aluminium, du fil de cuivre de dureté moyenne et du câble d'aluminium. Le courant était produit par une génératrice Westinghouse triphasée de 1.500 kilowatts, et une machine analogue était employée comme moteur synchrone à l'extrémité du circuit. Les expériences les plus intéressantes ont été taites sur ce circuit exceptionnel, notamment au point de vue de la charge à d'fférentes tensions avec un chiffre constant de 7.200 alternateurs. (D. B.)

Presse à l'emporte-pièce mue par l'électricité.

Les directeurs des grandes manufactures considèrent que l'emploi de l'électricité comme force motrice pour les machines individuelles est un vif progrès sur les méthodes connues jusqu'à présent et ils introduisent rapidement dans leurs ateliers les derniers modèles de machines mues par l'électricité. Parmi les manufacturiers qui ont le plus contribué à faire connaître la presse à l'emporte-pièce mue par l'électricité, on peut citer la Compagnie E. W. Bliss de Brooklyn et de New-York et la Compagnie des Machines Ferracute de Bridgeton N. J. Le type des presses à emporte-pièce est nécessaire si le matériel est aussi épais que le diamètre du trou et il est préférable si le matériel est très résistant et si son épaisseur dépasse un demi-pouce. Il est aussi préférable pour bien des travaux d'autre espèce qui demandent une force considérable et un mouvement lent. Le poids de cette machine est de plus de six tonnes; il est à remarquer que le combinateur est automatique et à portée facile. Pour les

travaux plus légers, on se sert d'une autre presse mue également par l'électricité. L'axe s'étend de l'avant à l'arrière et le volant est mû par une courroie partant du moteur, à l'arrière. Le volant pèse 750 livres et fait cent tours par minute, il découpe des pièces de 7 pouces 16, d'un pouce de diamètre. La force de l'engin, après calculs faits, serait de 200 chevaux, tandis que la transmission mécanique exigerait 300 chevaux.

Grues mobiles se mouvant le long d'une voie.

Déjà la Société des Constructions navales de Newport (Amérique) a fait établir récemment sur ses chantiers une grue qui mérite d'être signalée pour sa grande puissance (150 tonnes). Elle est installée sur une digue munie de voies ferrées. La portée du bras varie de 14 mètres à 32 mètres et la hauteur d'élévation peut atteindre 36 mètres. Sur la plate-forme inférieure de la grue sont installés le contrepoids, les treuils et les engrenages; les trois moteurs électriques sont dans un compartiment isolé et le contrepoids, du poids de 410 tonnes, est formé par un réservoir rempli de gueuses de fonte. Le rendement des moteurs varie de 20 à 100 chevaux pour une tension de 220 volts. La manœuvre de la grue peut être faite par un seul homme, mais voici d'autres appareils similaires autrement considérables.

Le canal de Nicaragua va être en construction. Comme base des calculs, on prit l'installation du canal de l'Illinois, sur les parties où les grues avaient été employées. Les grues à levier à pans coupés, ayant marqué un progrès réel sur les méthodes qui, en raison de leur introduction, paraissent déjà surannées, il n'est pas douteux que ces puissantes machines

seront utilisés, non seulement pour l'isthme, mais pour tous les grands travaux de canalisation. Le creusement des rivières artificielles a été la première exploitation dont le développement résulte de l'emploi de ces grues. Or, rien de ce qui a été introduit dans le monde industriel durant deux décades n'a eu une influence aussi révolutionnaire.

Ces machines sont des facteurs actifs dans le maniement du fer et de l'acier; on peut presque dire qu'elles sont en fonctionnement depuis le moment où le minerai est arraché à la terre jusqu'au moment où il quitte la manufacture sous la forme d'une locomotive ou d'un navire de guerre. Elles sont mues par l'électricité.

Sur le rivage sud du lac Erié, le déchargement du minerai, plus considérable que partout ailleurs, se fait par plus de deux cents grues mobiles. Par l'emploi de ce système, les matériaux peuvent être distribués sur un bassin de 300 à 400 pieds de profondeur. Le tramway employé possède une voie de 92 pieds; la partie située au-dessus du bateau a 34 pieds de long. Les énormes wagonnets de fer qui font le parcours contiennent chacun une tonne et demie de minerai, ils sont soulevés de l'intérieur du bateau et redescendus avec une vitesse d'environ 450 pieds par minute; sachant qu'ils se meuvent le long de la voie à une allure semblable, on peut facilement concevoir qu'une machine puisse transporter grandement 40 tonnes de matériaux par heure.

Les grandes grues, mobiles le long d'une voie, construites par la Compagnie des Machines élévatoires et de transport de Brown (Cleveland), servent à la construction du canal de drainage de Chicago. Les voies monstres avaient une longueur de 353 pieds, et la machine soulevait le roc, extrait à 36 pieds de pro-

fondeur, à une hauteur de 80 pieds. Chacun des wagonnets parcourant la voie contenait trois tonnes et demie de roc solide. Ils étaient chargés avec une rapidité telle qu'une simple machine transportait en une journée 510 charges, c'est-à-dire près de 900 mètres cubes de matériaux. Pour quelques-unes des grues les plus récemment construites, le trolley atteint toute la vitesse désirable, et l'allure des machines, roulant sur la voie, est souvent de plus de 750 pieds par minute. La dimension des charges qui peuvent être portées à des distances différentes à partir du centre de la grue varie beaucoup. Par exemple, tandis que 28.000 livres peuvent être envoyées à 55 pieds du centre, il ne serait pas prudent de placer un poids de plus de 9.000 livres à 89 pieds du centre de la même grue. Une des installations les plus intéressantes de ces grues en Amérique comprend quatre machines servant au transport du minerai, aux fournaises Duquesne, de la « Carnegie Stell Company ». Ce sont, en réalité, d'énormes grues mobiles; leur capacité est de sept tonnes; elles sont utilisées pour le transport direct du minerai de fer aux fournaises.

— Le *téléphérage* peut transporter aériennement, avec trolleys aériens et petits moteurs, des ouvriers.

CHAPITRE VIII

L'ÉLECTRICITÉ A LA GUERRE

Nos sous-marins. — Les sous-marins étrangers. — Trains blindés. — La direction des torpilles par la télégraphie sans fil. — Ingénieurs électriciens dans l'Afrique du Sud.

Nos Sous-Marins (1).

L'exploit accompli par le *Gustave-Zédé* au cours des dernières manœuvres navales, les expériences qu'il a faites à la fin de ces manœuvres en présence du président du conseil et du ministre de la marine, et les sorties récemment effectuées par le *Narval* et par le *Morse* ont démontré de la manière la plus positive que nous avons, dans les sous-marins qui sont actuellement en service, des instruments de combat de premier ordre pouvant, non seulement gêner les mouvements d'une escadre ennemie, mais encore lui porter

(1) Sous le titre de *Récit détaillé des dernières expériences* le quotidien le *Matin* du mardi 13 août donnait :

« Les prouesses du *Gustave-Zédé*. — Comment le *Bouvet*, en temps de guerre, eût été détruit. — Rectitude de tir absolue. — Action offensive redoutable. — Un agent terrible de destruction. » M. Camille Pelletan, député, est venu ensuite démentir l'optimisme de ces affirmations, un officier de marine anonyme les a rétablies, M. Pelletan les a redémenties ; ne pouvant être personnellement informé, nous reproduisons avec ces réserves, le récit de ces sensationnelles expériences (Voir aussi *L'Année électrique* de 1900).

des coups terribles. Après les comptes rendus toujours un peu hâtifs des dernières manœuvres navales, qui nous apprenaient en bloc les heureux résultats obtenus par le *Gustave-Zédé*, nous avons pensé qu'il serait intéressant pour nos lecteurs de connaître en détail le récit de leurs expériences et de savoir d'une façon précise le parti que l'on pourrait tirer de ce nouvel engin qui change du tout au tout la tactique des guerres navales.

— C'est en vain, déclare le correspondant interrogé, qu'on essaierait de contester aujourd'hui la valeur de nos sous-marins. Les expériences du *Gustave-Zédé* et et du *Morse* sont, à cet égard, tout à fait décisives. Elles ont prouvé qu'il n'y a pas de bâtiments qui soient plus « manœuvrants », pour employer une expression du métier, ni plus sûrs. Les plus récentes expériences du *Gustave-Zédé* sont de deux sortes : celles qui ont eu lieu en présence du président du conseil et du ministre de la marine et celles qui ont eu lieu au cours des manœuvres navales. Les premières — qui sont en réalité les dernières en date — avaient pour unique but de permettre d'apprécier le tir du *Gustave-Zédé*. Ce sont de celles-là, si vous le voulez bien, que nous allons tout d'abord nous occuper. Le *Gustave-Zédé* n'avait à surprendre, en la circonstance, aucun bâtiment. Il fallait, au contraire, qu'on pût suivre tous ses mouvements pour constater si le lancement de ses torpilles s'effectuait ou non dans de bonnes conditions. Tout avait donc été soigneusement réglé à l'avance dans ce but.

« Il était entendu que le sous-marin attendrait l'armée navale commandée par l'amiral Gervais dans la rade des Salins d'Hyères et que, le moment venu, il attaquerait le *Bouvet* sur lequel devaient prendre place

le président du conseil et le ministre de la marine. Le soir du 27 juillet, à cinq heures environ, la flotte apparaissait à l'entrée des Salins. Le *Gustave-Zédé*, qui se trouvait à l'abri d'une des îles qui ferment la rade, se mit en mouvement et, du haut de la passerelle du *Bouvet*, M. Waldeck-Rousseau put le voir effectuer sa plongée et se diriger en droite ligne sur le *Bouvet*, à trois mètres environ au-dessous de la surface de l'eau et sans dévier une seule fois de sa route. Arrivé à près de trois cents mètres, il lança sa torpille, et celle-ci, à son tour, se dirigea sur le bâtiment amiral avec une rectitude absolue, qui démontra qu'elle était aussi admirablement réglée que lancée. Le *Bouvet* fut atteint par le travers, à babord, à trois mètres à peu près au-dessous de la ligne de flottaison. Toutes les personnes qui se trouvaient sur le pont ont vu la torpille frapper la coque du bâtiment. Elles ont même entendu le bruit causé par le choc et ressenti la légère trépidation qui se produit toujours en pareil cas, — car vous savez qu'il faut très peu de chose pour provoquer une vibration à bord des navires construits tout en acier. Ce qui est curieux, par exemple, c'est que la torpille en raison probablement de la rapidité de sa vitesse, évolua, aussitôt après avoir frappé le *Bouvet*, dans le même sens que lui et continua sa route jusqu'à l'avant du navire, où on la perdit de vue.

« Il n'est pas besoin d'une bien grande perspicacité pour présumer ce qui s'est passé. La torpille arrivée par l'avant du *Bouvet*, a dû être plus ou moins disloquée par le choc qu'elle a subi et couler à fond, car il fut impossible de la retrouver. Mais ce sont là des détails sans importance qui n'ont qu'un intérêt anecdotique et sur lesquels il serait dommage de trop insister. Qu'importe, en effet, qu'une torpille, après avoir atteint son but subisse une avarie? Quand elle l'aura

atteint, en cas de guerre, on n'aura pas à la rechercher... et pour cause !

« Les résultats acquis par cette expérience du *Gustave-Zédé* sont précieux. Il est très clair que la rectitude du tir est pour un bâtiment de combat une condition essentielle à réaliser, mais que c'était peut-être la chose la plus difficile à obtenir avec un sous-marin. D'ailleurs, la perfection du tir du *Gustave-Zédé* n'est pas propre seulement à ce bâtiment. A Cherbourg, le tir *Morse* et du *Narval* avait donné des résultats analogues. Il est donc bien acquis désormais que les sous-marins sont des agents de destruction de premier ordre. Mais ce ne sont pas là les seules expériences qui aient été faites en présence du président du conseil et du ministre de la marine. M. Waldeck-Rousseau et M. de Lanessan ont assisté encore à des plongées et à des évolutions du *Gustave-Zédé* et ils y ont assisté, cette fois, non plus du pont d'un cuirassé, mais dans le sous-marin lui-même.

« C'est dans la rade de la Ciotat qu'ont eu lieu les expériences. Le *Gustave-Zédé* avait reçu l'ordre d'y attendre l'arrivée de l'escadre dans la matinée du 29 juillet. Dès que le *Bouvet* apparut, battant pavillon du ministre, vers neuf heures et demie du matin, le sous-marin s'avança au-devant de lui et se maintint à courte distance. Quelques minutes plus tard, MM. Waldeck-Rousseau et de Lanessan étaient transbordés par une baleinière du cuirassé jusqu'à la plate-forme du *Gustave-Zédé* où ils étaient reçus par le commandant. Le président et le ministre descendaient par l'étroite échelle, on fermait aussitôt les panneaux et le bâtiment s'enfonçait sous l'eau. A quatre mètres environ, il interrompit son immersion, fit le tour du *Bouvet* se dirigea ensuite vers le large afin d'y trouver de plus grands fonds et là fit soudain une brusque plon-

gée de onze mètres. Pendant quelque temps, il évolua à cette profondeur, manœuvrant avec une sûreté remarquable. Enfin, au bout de trois quarts d'heure, il revenait vers le *Bouvet*, et remontait à la surface, laissant M. Waldeck-Rousseau dans l'admiration et dans l'enthousiasme.

« Le président du conseil qui, pendant toute la durée de l'expérience, n'avait pas cessé de suivre les mouvements du navire, avait été très frappé de la sûreté, de la rapidité et de la précision avec lesquelles s'effectuaient toutes les manœuvres. Il sentait que son collègue n'avait pas exagéré quand il disait « que nous avions là véritablement un instrument incomparable qui serait perfectionné dans l'avenir, mais qui distançait pour l'instant, dans d'énormes proportions, tout ce qu'on avait pu tenter partout ailleurs.

« M. Waldeck-Rousseau en eût été mieux convaincu peut-être, s'il avait assisté aux expériences antérieures du *Gustave-Zédé*, à celles qui ont eu lieu au début des manœuvres de l'armée navale, lorsqu'il torpilla à l'improviste, en face d'Ajaccio, le *Charles-Martel*. Là ce n'était pas seulement la rectitude de son tir que l'on voulait apprécier; c'était l'ensemble de ses qualités offensives que l'on voulait juger à l'essai. Les résultats obtenus sont tout simplement superbes. L'escadre était en train d'appareiller pour sortir de la rade d'Ajaccio, dans la matinée du 3 juillet, lorsque le *Gustave-Zédé*, qui la guettait, se porta « en situation de plongée » vers le *Charles-Martel*. Arrivé à environ deux cent cinquante mètres du cuirassé, il lui lança une torpille et celle-ci l'atteignit par le travers. Tous les bâtiments de l'escadre firent feu alors un peu au hasard, car aucun d'eux jusque-là n'avait pu soupçonner qu'un sous-marin se trouvait au milieu d'eux. On a paru surpris que le *Gustave-*

Zédé se soit montré à cet instant. Il est évident qu'en cas de guerre son premier soin, aussitôt après avoir lancé sa torpille eût été de s'enfoncer le plus possible. Mais des manœuvres ne sont pas une guerre et les mêmes raisons de sécurité personnelle qui dans un combat l'auraient engagé à se rendre tout à fait invisible par une forte plongée lui commandaient dans le cas présent d'émerger. Un sous-marin naviguant au milieu de toute une escadre peut toujours en effet risquer quelque accident. Mieux valait donc pour lui, une fois que le but était atteint, faire connaître sa position que de la laisser ignorer. Le hasard a voulu qu'il se trouvât à ce moment sur la route du *Jauréguiberry* ce qui a été pris pour une difficulté de manœuvre. Mais cela, il faut le répéter, ne se serait pas produit en cas de guerre.

« L'expérience a démontré en cette circonstance, en somme, et d'irréfutable façon, que le sous-marin pouvait se diriger sur une escadre ennemie et lui porter un coup fatal. Que voudrait-on de plus significatif. Jusque-là, en effet, on ne connaissait que ses qualités d'immersion et de torpillage. Grâce à cette expérience il est prouvé qu'il peut exercer l'action offensive la plus redoutable.

« On a fait grief au *Gustave-Zédé* d'avoir traversé la Méditerranée à la remorque de l'*Utile* et de n'avoir pas accompli son beau fait d'armes d'une façon absolument isolée. En cas de guerre, évidemment, il ne serait pas toujours facile de faire accompagner un sous-marin d'un remorqueur, qui entre autres choses aurait le grand tort de signaler une présence qui doit rester mystérieuse. Mais cela ne prouve pas que le sous-marin doive se faire absolument remorquer ou accompagner. Quand des nageurs émérites entreprennent la longue traversée d'un fleuve ou d'un bras

de mer, n'est-il pas d'usage de les accompagner en barque pour leur prêter assistance au cas d'une crampe de fatigue ou de tout autre accident. Pour cette première expédition du *Gustave-Zédé*, n'était-il pas de la plus élémentaire prudence de faire accompagner ces quinze ou seize vaillants hommes traversant la Méditerranée au fond de leur boîte mobile ? Quel chef eût accepté la responsabilité d'un accident qui les eût abandonnés sans secours possible à la merci des flots ? N'a-t-on pas vu tout récemment, hélas ! ce qu'il en coûte de ne pas prendre toutes les précautions, même celles qui peuvent sembler superflues, lors des exercices militaires ? On a eu d'autant plus raison encore d'escorter le *Gustave-Zédé* que ce bâtiment a accompli son coup d'audace par un gros temps, sur une mer ravagée par des lames de trois ou quatre mètres de hauteur, et l'on a pu même faire cette remarque, je suis heureux de vous le dire en passant, que ce mauvais état de la mer ne produisait dans le sous-marin qu'un roulis relativement faible durant les sept heures et demie que le *Gustave-Zédé* est resté hermétiquement fermé.

« Ces excellentes constatations d'ailleurs ne lui sont pas personnelles. Les expériences du *Morse*, à Cherbourg, ont été tout aussi concluantes. Elles ont montré que, par temps normal, les hommes pouvaient rester très longtemps « en plongée » sans éprouver de fatigue et que si l'on n'évite pas, dans les sous-marins, les inconvénients inhérents à tous les petits bâtiments, du moins le séjour y est-il relativement moins pénible qu'à bord de certains petits torpilleurs. Au fond du sous-marin, en effet, l'atmosphère est toujours fraîche et c'est plutôt contre le froid que contre la chaleur qu'il faut prendre des précautions. Tout a été prévu, d'ailleurs, et les hommes ont à leur disposition d'excel-

lentes chaufferettes électriques, car l'électricité est le seul calorique employé même pour la cuisine. Ajoutez enfin qu'ils se trouvent dans une paix absolue au fond de l'eau, n'entendant aucun bruit, ne sentant aucune odeur, n'éprouvant pas cette énervante trépidation des machines, qui les secoue sur les autres bâtiments. D'ici à quelques dix-huit mois, la France disposera d'une flottille considérable de ces petits bâtiments qui, appuyés sur les grosses unités de combat, déjà à flot ou en construction, permettront de défier les fortes escadres qu'un ennemi puissant voudrait nous opposer. Quelques efforts que les autres nations inquiètes puissent tenter il leur est matériellement impossible de nous rejoindre dans cette voie. Nous pouvons considérer l'avenir avec tranquillité.... »

—..Le navire qui porterait des sous-marins très légers suspendus à ses flancs, et qui pourrait les mettre rapidement à l'eau au moment du péril serait donc pour ces colosses un ennemi très redoutable. L'opération est facile : elle a été essayée et réussie à Cherbourg, il y a une dizaine d'années, avec les appareils les plus rudimentaires. Notre marine officielle vante beaucoup ses sous-marins, qui vont, dans les manœuvres de paix, comme cela a été convenu d'avance, torpiller quelque cuirassé près duquel ils ont été traînés au bout d'un câble par un remorqueur. Ce système est visiblement absurde : les remorqueurs ordinaires ne pourraient pas se hasarder en mer, en temps de guerre, et le croiseur ou le corsaire qui s'aviserait de remorquer des sous-marins jusqu'au lieu du combat serait paralysé dans tous ses mouvements. Ceux de ces bateaux submersibles qui n'ont pas en eux la force nécessaire pour aller au loin sans aucun secours, et qui sont trop volumineux et trop pesants pour pouvoir être embarqués,

ne pourront donc jamais être employés que le long des côtes. Mais le petit sous-marin, de douze à quinze tonnes au plus, qu'un grand navire pourrait emporter avec lui pour l'attaque ou pour la défense rendrait évidemment celui-ci redoutable pour les croiseurs ou les cuirassés les plus puissants. Camille Pelletan. » (*Le Matin,* 3 septembre 1901.)

M. H. Noalhat a publié une étude sur les *sous-marins et la prochaine guerre* dans la *Science Illustrée ;* en plus du *Gymnote*, électrique, de 30 tonneaux, lancé en 1888, du *Gustave-Zédé*, électrique, de 266 tonneaux lancé en 1893, du *Morse*, électrique, de 145 tonneaux, du *Narval*, autonome, de 106 tonneaux, tous deux lancés en 1899, nous voyons qu'on a dû lancer en 1901, cinq sous-marins électriques : *Algérien, Korrigan, Gnome, Lutin, Farfadet* et deux autonomes *Sirène* et *Triton.*

— On a lancé à Rochefort, le sous-marin électrique *Farfadet*, dont les plans sont de l'ingénieur du génie maritime Maugas. C'est un petit bâtiment de 185 tonnes, dérivé du type *Gustave-Zédé* et caractérisé par l'installation de cloisons étanches destinées a atténuer les effets d'une avarie de coque. Car nous sommes de plus en plus hantés par l'obsession de la protection à outrance, comme s'il était possible de porter des coups sans en recevoir, de faire une omelette sans casser des œufs ! Qu'on s'applique donc, d'abord, à donner à nos sous-marins les qualités offensives dont ils ont encore besoin. On verra après. Le lancement tardif du *Farfadet* nous fournit un nouvel exemple de la désolante lenteur de nos constructions navales. Qu'il s'agisse de cuirassés, de croiseurs, de torpilleurs, de sous-marins, tout est en retard, toutes les constructions traînent sur les cales. L'ordre de mise en chan-

tier du *Farfadet* est du 2 septembre 1899 ; la date d'entrée en armement pour essais, prévue au budget, est celle du 15 novembre 1900. Or, nous voici au mois de juin 1901, et le *Farfadet*, loin d'avoir terminé ses essais, vient seulement d'être mis à l'eau inachevé !...

— Le 30 août a été lancé, à Cherbourg, le submersible *Espadon*, construit sur les plans de l'ingénieur Laubeuf. Ce sous-marin est le troisième d'une série de quatre comprenant : la *Sirène* et le *Triton*, actuellement en cours d'armement ; le *Silure*, qui sera bientôt prêt à être mis à l'eau. On est arrivé à perfectionner le type *Narval*, dont ils sont dérivés, et la principale amélioration consiste dans la rapidité de la plongée, qui demande environ trois fois moins de temps.

La *Sirène* est un torpilleur submersible autonome C'est un second *Narval;* les plans sont de M. Laubeuf. La *Sirène* a 31 mètres de longueur, 3m70 de largeur et déplace 100 tonnes, quand elle se présente comme un torpilleur ordinaire, et 202 tonnes, quand elle est presque entièrement submergée, c'est-à-dire avec le tube optique seul hors de l'eau. La coque est en acier, mais en acier à faible teneur de nickel pour la coque intérieure. Le choix du métal est d'une très grande importance, car il faut trouver une coque qui offre une grande résistance à la pression et soit en même temps d'un prix modéré. L'acier est réservé aux submersibles autonomes parce que l'on n'a pas à y craindre des affolements de la boussole. Le bronze (un bronze spécial) a été employé pour le *Gustave-Zédé* et le *Morse*, mais il coûte cher. La forme de la coque intérieure est fuseau ; entre les deux coques se trouvent sept compartiments de water ballast. Quatre caisses servent en outre à régler l'assiette en introduisant l'eau au dernier moment. Quelques minutes suffisent à remplir le wa-

ter ballast, mais lorsqu'on veut le vider, pour émerger, il faut encore une bonne demi-heure, ce qui est bien long. L'opération se fait d'abord avec l'air comprimé, puis au moyen d'une pompe à moteur électrique d'un débit de 50 tonneaux. Pour marcher à la surface, il emploie une machine à triple expansion, dont la vapeur est fournie par une chaudière genre Normand au pétrole. Pour la navigation sous-marine, il se sert de deux dynamos montées sur l'arbre moteur. Ce sont ces dynamos qui rechargent les accumulateurs système Laurent Cély, en un temps qui ne dépasse pas sept heures. On peut marcher 21 heures à 12 nœuds, à la surface, avec l'approvisionnement de pétrole. A 8 nœuds on pourrait faire 625 milles. Sous l'eau, il marche avec les accumulateurs.

— *Nos prochains sous-marins* mis en chantier au mois d'avril dernier, se répartissent ainsi : 4 à Cherbourg, *Naïade*, *Protée*, *Lynx* et *Ludion*; 6 à Rochefort, *Loutre*, *Castor*, *Phoque*, *Otarie*, *Méduse* et *Oursin*; et 10 à Toulon, *Perle*, *Esturgeon*, *Benett*, *Souffleur*, *Dorade*, *Thon*, *Grondin*, *Anguille*, *Alose* et *Truite*. Ces sous-marins, qui sont construits en acier, auront un déplacement de 68 tonnes avec une longueur de $23^m,50$, une largeur de $2^m,26$ et un tirant d'eau de $2^m,41$. Ils seront mus par l'électricité et leur machine actionnera une seule hélice. Leur vitesse maxima prévue est de 8 nœuds. Leur effectif comprendra un officier et 4 hommes. Ces petits sous-marins coûteront beaucoup moins cher que ceux qui les ont précédés ; leur prix de revient est estimé 365,400 francs, soit 315,000 francs pour la coque et l'appareil moteur. Outre ces vingt sous-marins, il en été mis trois autres de types différents pour lesquels l'annexe des constructions neuves ne donne pas les caractéristiques. Le pre-

mier de ces sous-marins, en construction à Cherbourg, coûtera 489,300 francs; le second, en construction à Rochefort, coûtera 799,000 francs; enfin, le prix du dernier, qui est construit à Toulon sera de 924,300 francs.

Les Sous-Marins étrangers.

On avait eu tort de dire que la question des sous-marins n'intéressait pas *l'Angleterre*. Actuellement, on poursuit la construction de cinq bateaux sous-marins à Barrow; on espère qu'ils seront terminés à la fin de septembre ou au plus tard au commencement octobre. On avait dit qu'un sixième avait été commandé, il n'en est rien. On a grande confiance dans l'efficacité des sous-marins actuellement en construction; mais, avant d'en commander d'autres, l'Amirauté veut attendre qn'ils aient fait leurs preuves. Il faut ajouter que, malgré ce qu'on dit, les plans primitifs n'ont pas été modifiés. La *Vetsminster Gazette* a publié une interview du lieutenant Dawson, expert naval, sur les sous-marins en construction. Ces navires égaleront au bas mot tous ceux analogues construits à l'étranger. Ils seront aussi rapides que les français et seront dotés de nouveaux avantages. C'est ainsi que la plonge et la remonte à la surface seront instantanées. Pour plonger, ils seront munis de deux gouvernails, l'un horizontal, l'autre vertical. La stabilité horizontale sera rétablie automatiquement après le plongeon. Deux de ces bateaux seront prêts à la fin de septembre. Leurs coques sont terminées depuis plusieurs mois, personne ne le savait, sauf l'Amirauté et les ouvriers qui y ont travaillé. Le premier sous-marin de la marine britannique est près d'être terminé. Il est du type Holland (Américain), jauge 120 tonneaux, a 160 chevaux de force et peut filer 8 nœuds lorsqu'il est immergé. Son rayon d'action est

de 400 nœuds, et il porte 5 torpilles. On dit aussi que l'amirauté cherche, dans le plus grand secret, un type de *destroyer* de sous marins. Il paraît qu'elle n'est pas satisfaite de la fameuse perche portant à son extrémité un tonneau de dynamite, qui devait protéger les navires anglais contre les submersibles.

M. Holland, l'inventeur du sous-marin qui porte son nom, projette d'établir un service de sous-marin pour traverser la Manche; les bateaux sous-marins seraient tirés par un câble qui relieraient les deux côtes; la traversée serait exempte de tous les ennuis : collisions, tempêtes, coups de vent, mal de mer que redoutent les voyageurs.

— Le *gouvernement italien* a fait expérimenter en présence du ministre de la Marine un appareil imaginé par MM. Russo et Laurenti. Cet appareil donne des images naturelles permettant à l'équipage des sous-marins de scruter l'horizon; en fait il est invisible, étant composé d'un tube de 5 pouces de diamètre. On considère ici cet appareil comme supérieur à celui du *Gustave-Zédé*. L'Italie en était encore récemment à ses électriques inachevés depuis 1894, *Audace* et *Pullino*. Elle pense à créer des sous-marins destinés à un rôle pacifique : le renflouement des navires naufragés, le sauvetage de leur cargaison et les explorations scientifiques dans la faune et la flore sous-marines, encore trop peu connues. Ainsi, le *Pino*, navire pionnier sous-marin, a été essayé à Gênes. Sans autre lien avec le monde extérieur que deux fils, l'un téléphonique, l'autre destiné au transport de la force électrique qui l'actionne, il peut, à volonté, plonger, se maintenir entre deux eaux, se reposer sur le fond même de la mer, si la profondeur ne dépasse pas cent cinquante mètres. Il est approvi-

sionné d'air comprimé (1). Il est, enfin, muni de tentacules qui lui permettent de saisir et de soulever des poids considérables à des profondeurs où les équipes de scaphandriers étaient impuissantes. Le renflouement des navires abandonnés deviendra possible.

— Le gouvernement des *Etats-Unis* a été informé que le conseil naval avait acheté à un ingénieur américain les dessins d'un sous-marin pouvant fonctionner à l'électricité aussi bien qu'à la gazoline.

— L'Allemagne essaierait le *Howald* (?), mais sans enthousiasme, à cause du naufrage de son *Bauer* à Kiel, en 1865.

— L'Espagne, depuis les échecs de l'*Ictinéo* (1864) et du *Réal* (1889), ne parle plus de sous-marins.

— M. Hovgaard. ingénieur de la *Marine danoise*, a présenté à la Société anglaise des architectes navals une étude très approfondie des mouvements des sous-marins et de la forme rationnelle qui leur convient, à son avis : le sous-marin doit être long, profond et étroit, et d'une grande hauteur métacentrique ; comme il faut que le centre de gravité soit ramené en avant et le centre de résistance latérale en arrière, on devra nécessairement les établir pour que leur avant soit étroit et profond et l'arrière plat et large. Le *Gustave-*

(1). M. Gibrat, médecin de marine, signale un cas heureusement peu commun d'intoxication par l'oxyde de carbone chez deux mécaniciens de torpilleur. Pour conserver leur chaudière, les chauffeurs la ferment après y avoir introduit de la chaux vive et du charbon allumé; l'oxyde de carbone et l'acide carbonique qui se dégagent au moment de l'ouverture de la chaudière peuvent très bien causer des empoisonnements. L'*Année électrique* de 1900 indique le moyen de régénérer l'air avec le bioxyde de sodium.

Zédé, dit M. Hovgaard, est le sous-marin qui se rapproche le plus de ce type. Avec des vitesses au-dessous de 6 nœuds, la nécessité de ramener en arrière du centre de gravité le centre de résistance latérale est moins impérieuse! on peut, en ce cas, créer le sous-marin plus court et plus large et en même temps moins profond; quant à la hauteur métacentrique, la règle *invariable* est de l'établir aussi grande que possible. On ne peut exiger d'un sous-marin de parcourir de bien grandes distances : tout au plus 3 ou 4 *kilomètres*. Il ne faut pas exagérer l'importance de ce genre de bateaux, néanmoins c'est un précieux engin d'attaque. Le sous-marin, du reste, ne doit s'immerger qu'au tout dernier moment, après avoir eu soin de bien repérer sa direction. Ce qu'il faut avant tout et d'abord rechercher dans le sous-marin, c'est sa stabilité et sa facilité de manœuvre.

— *Un sous-marin suédois* est de M. Enroth, ingénieur suédois; il vient de présenter à l'amirauté le plan d'un nouveau sous-marin de 146 tonnes, comme déplacement, à immersion complète. Il mesurera 25 mètres de long, 4 mètres de large et $3^{m},50$ de profondeur. Pour sa marche à la surface de l'eau, il utilisera deux machines à triple expansion actionnées par deux chaudières chauffées à l'huile minérale, qui lui donneront 12 nœuds; immergé, il emploiera la vapeur restant et l'air comprimé emmagasiné dans des compartiments avant et arrière. La direction sera assurée par deux gouvernails horizontaux et deux verticaux; en plus, un piston hydrostatique le maintiendra toujours à la même profondeur; il pourra faire sa plongée en 25 secondes, il introduit pour cela une quantité donnée d'eau dans des caisses cylindriques. Il pourra descendre à 60 mètres de profondeur et un appareil de

sûreté pourra le faire remonter très rapidement ; cet appareil est constitué par un appareil à air comprimé, refoulant l'eau des caisses d'eau. « Son armement se composera de 4 torpilles Whitchead de 450 millimètres, qui se lancent par deux tubes avant et deux tubes arrière. »

— Les bateaux sous-marins que l'*amirauté russe* fait construire sur le modèle inventé par l'ingénieur Kuteiwikoff et le lieutenant Kolbassieff diffèrent tout à fait des types connus jusqu'ici : une cinquantaine de petits ludions du système *Drzewiecki* pour construire le *Pontkalot*. Chaque bateau est composé de neuf compartiments démontables dont trois au milieu servent d'emplacement aux machines. Il y aura six hélices actionnées par l'électricité et des accumulateurs système Bari. Le premier et le neuvième compartiment seront munis d'une sorte de nageoires qui serviront de gouvernail.

Les premiers essais auront lieu au mois d'octobre.

Trains blindés.

Le facteur le plus important a été reconnu être, d'après l'idée de Moltke, la communication facile et immédiate des trains avec les stations fixes.

La résolution de ce problème est aussi simple qu'ingénieuse. Le fourgon du service télégraphique, en effet, contient, outre les appareils télégraphiques et téléphoniques, une installation qui paraît être assimilable aux ressorts de contact qui relient hideusement les voitures des tramways électriques aux fils conducteurs se trouvant à une certaine hauteur au-dessus du toit des moto-cars. Le train blindé, qui veut correspondre avec n'importe quelle station, s'arrête ; on fait sortir le ressort de contact, qui est aménagé de

façon à serrer étroitement le fil télégraphique qui longe la voie. En trente secondes, tout est prêt, et l'on peut causer. Du reste, tout autre train arrêté se trouve, par le moyen du phonophone, en communication avec celui qui parle.

Cet avantage est de la plus grande valeur. Quand, en effet, un certain nombre de wagons-forts et de trains ont à surveiller un tronçon déterminé, on n'a pas besoin de faire circuler les trains sans interruption. Si c'était nécessaire, les trains blindés ne serviraient même pas à grand'chose. La locomotive, en effet, demanderait des provisions d'eau et de charbon qu'on ne saurait avoir sous la main ; et, avant tout, le bruit occasionné par le train en marche aurait vite fait d'avertir l'ennemi et de lui indiquer l'endroit où la voie n'est pas protégée pour l'instant, surtout dans la nuit. On laisse donc les trains aux points stratégiques, monstres tranquilles, mais attentifs ; et, sur un simple coup de téléphone de n'importe quel point de la ligne, ils se mettront en marche, soit vers l'endroit signalé comme menacé, où de cette façon on peut, dans un minimum de temps, concentrer un maximum de forces, soit pour reprendre le va-et-vient d'une patrouille qui surveille de longues bandes de terrain supposées recéler des ennemis.

Direction des Torpilles sous-marines par la Télégraphie sans fil.

Les récentes expériences à ce sujet de M. Varicas ont pleinement réussi, et il a pu, du rivage, conduire à volonté vers un but indiqué, et faire évoluer comme il le voulait, revenir à son point de départ, une torpille sous-marine, ceci à l'aide d'un simple manipulateur à main.

Nous en avons parlé en 1900 succinctement. Le gyroscope ordinaire est remplacé par un système électrique récepteur permettant la commande du gouvernail. Le système récepteur consiste en un cohéreur à limaille de Branly en circuit avec un relais télégraphique et une batterie. Le relais permet d'actionner, outre le décohéreur qui agit dès que les ondes cessent, un électro-aimant, placé dans le circuit, qui commande le système de direction du gouvernail de la torpille. L'appareil transmetteur d'ondes correspondant est placé sur le rivage, un navire de guerre, un torpilleur, ou tout autre point où l'on veut diriger la torpille. Il comprend un interrupteur périodique placé en circuit avec une bobine d'induction, dont les bornes sont réunies à un oscillateur électrique et qui sert en même temps comme transmetteur pour la télégraphie sans fil. Quand l'interrupteur périodique ferme le courant, le transmetteur fonctionne et les étincelles de l'oscillateur donnent naissance à des ondes électriques qui se propagent à travers l'espace et vont rendre conducteur le cohéreur placé sur la torpille. Ce cohéreur rendu conducteur permet au courant de faible intensité, que les ondes ont créé, d'actionner le relais qui ferme alors le circuit du décohéreur (qui ne peut plus frapper le tube à limaille tant que les ondes persistent) et de l'électro-aimant qui commande la direction. La valve de commande du gouvernail est déplacée et celui-ci est alors tourné dans une certaine position entraînant la torpille dans une direction correspondante.

Quand l'interrupteur supprime le courant, les ondes électriques cessent leur influence et le cohéreur redevient *non*-conducteur par le choc brusque du décohéreur qui constitue l'armature du relais, — exactement comme cela se passe dans le système de télégraphie

sans fil de Marconi — le courant est supprimé dans le relais, et l'armature de l'électro-aimant de la direction quitte brusquement son siège. Le gouvernail saute alors instantanément de la position qu'il occupait à la position extrême opposée. Il ressort de ceci que, tant que l'appareil transmetteur fonctionnera, que l'oscillateur donnera des ondes, le gouvernail sera maintenu dans une position déterminée fixe, et que, dès que le courant sera rompu, le gouvernail viendra occuper une position diamétralement opposée. Si les périodes de fermeture et de rupture du circuit sont égales et régulièrement alternées, il leur correspond des déplacements de durée constante et de directions opposées du gouvernail, et la combinaison des déplacements donnera évidemment comme résultante une marche en ligne droite de la torpille.

D'autre part, si l'on maintient régulièrement les périodes de fermeture plus longues que celles de rupture, ou inversement, le gouvernail étant maintenu plus longtemps dans une position déterminée que dans la position inverse, il s'ensuivra que le mouvement résultant sera curviligne, et la torpille décrira une courbe. On conçoit alors que l'on peut diriger à volonté la torpille, exactement au point où l'on veut l'explosion, en se servant intelligemment de l'interrupteur, qui est périodique, à périodes variables; il consiste en un tambour isolant dont la surface est partagée en deux zones, l'une conductrice, l'autre isolante, formant des dents d'égales dimensions s'engageant les unes dans les autres. La rotation régulière, uniforme du tambour est assurée par un mouvement d'horlogerie. L'un des contacts entre le tambour et la batterie, à poste fixe, presse sur le tambour dans la zone conductrice, l'autre est mobile sur une vis sans fin et se déplace à l'aide d'un volant à main parallèle-

ment à l'axe du tambour. Lorsque ce contact se trouve au milieu du tambour, il est évident que les durées de fermeture et de rupture du courant sont égales. En déplaçant le contact vers la gauche, par exemple, les périodes pendant lesquelles le courant passera seront plus grandes que les périodes d'interruption, et d'autant plus que l'on s'éloignera davantage de la ligne d'équipériodicité. Le contraire se produira si l'on déplace le contact vers la droite. On peut donc faire varier les périodes à volonté et par suite former à son gré la trajectoire de la torpille. L'appareil récepteur est à l'intérieur de l'engin : un cohéreur Branly est en circuit avec un relais et une batterie. Le relais ferme, comme nous l'avons dit, le circuit du décohéreur et de l'électro-aimant qui commande le gouvernail. Cet électro-aimant, une fois le courant établi, attire son armature qui forme levier et actionne le gouvernail, grâce à un jeu de biellettes, pour le replacer dans la direction opposée dès que le courant est supprimé.

Un ressort antagoniste ramène l'armature à sa position primitive. Quand l'interrupteur périodique du transmetteur établit le courant, la bobine fait fonctionner l'oscillateur, qui produit les ondes hertziennes; le cohéreur de la torpille devient conducteur, et permet au relais de fermer le circuit du décohéreur et de l'électro-aimant du gourvernail; celui-ci attire son armature qui détermine le déplacement du gouvernail. Quand l'interrupteur périodique variable cesse de débiter du courant, la bobine cesse de produire des étincelles à l'oscillateur et les ondes cessent également. Le cohéreur redevient insensible sous le choc du décohéreur. Le courant ne passe plus : le relais rompt le circuit de l'électro-aimant qui abandonne son armature; le ressort antagoniste la ramène alors dans

la position initiale entraînant avec elle le gouvernail dans la position inverse de celle qu'il vient d'occuper. En donnant aux périodes d'établissement et de rupture de courant la même valeur, les mouvements alternatifs du gouvernail se neutralisent et la torpille se meut nécessairement en ligne droite. Si, en agissant sur le volant de l'interrupteur, on prolonge les périodes de fermeture au détriment des périodes d'interruption, on obtient une marche curviligne, obliquant d'un côté, et, si l'on fait l'inverse, la courbure change de sens, d'où la possibilité d'une trajectoire quelconque. Outre ces appareils, l'inventeur devait nécessairement adjoindre à sa torpille un système lui permettant de faire arriver, par l'air, les ondes hertziennes dans la torpille qui se trouvait à environ trois ou quatre mètres sous la surface de l'eau. La solution très simple est fort ingénieuse. A la partie supérieure et en arrière de la torpille, dans une petite cavité, est logée une bobine de fil fin dont une extrémité est attachée à un petit flotteur en métal creux, qui se dissimule dans la cavité. Quand le projectile entre dans l'eau, sortant du tube lance-torpille, le choc détache le flotteur de la torpille, déroulant le fil de la bobine. On conçoit alors que le flotteur et le fil conduisent les ondes au cohéreur. En outre, la direction de la torpille se fait en surveillant le flotteur qui indique sa position. On a pu faire décrire des courbes très variées au projectile, le faisant tourner sur lui-même, aller tout droit, revenir à son point de départ, etc. On a envoyé la torpille en ligne droite, et on voit qu'au bout de sa course elle tournait sur elle-même, indiquant que le gouvernail était calé, c'est-à-dire que l'influence des ondes ne se faisait plus sentir. Cette distance limitée peut être augmentée à volonté, en installant comme transmetteur et récepteur des appa-

reils plus puissants ou plus sensibles. La valeur et la portée de cette invention sont incalculables. Le changement si facile à obtenir de direction de la trajectoire rend impossible à l'ennemi de prévoir le point d'abordement et de se défendre. La torpille ne peut manquer son but, comme cela arrive avec le gyroscope, le mouvement possible de la cible en annulant les chances de contact, et par suite le projectile, se trouvant perdu. En outre, ce système est bien meilleur marché que le système actuellement en usage, le tiers environ.

Les quotidiens ont parlé de ce moyen pour la *direction des ballons;* des essais auraient été faits, mais rien de concluant n'est encore connu.

Ingénieurs électriciens dans l'Afrique du Sud.

La guerre de l'Afrique du Sud a montré la valeur des ingénieurs électriciens par le rôle qu'ils ont joué dans nombre d'opérations militaires importantes. Ils avaient librement offert leurs services qui avaient été acceptés. Des équipements spéciaux avaient été réunis et expédiés par bateaux : appareils de traction, dynamos, arcs et appareils de projection, 20 bicyclettes munies de roues sur lesquelles s'enroule un fil téléphonique furent, entre autres choses, emmenées par un transport. Le premier travail fait à l'arrivée fut une installation temporaire d'éclairage électrique sur le pont de la route de Béthulie. Six lampes à arc étaient alimentées par le courant d'une dynamo montée sur une machine mobile. Le premier réseau téléphonique fut d'abord installé en travers de ce pont. D'autres réseaux furent aussi installés pour maintenir les communications avec les colonnes volantes ; le fil de

cuivre n° 22 B W G servait à ces installations. Les hangars des locomotives, les endroits d'embarquement des troupes, à Blœmfontein, étaient éclairés avec des lampes à arc ou à incandescence. Telles étaient les occupations des ingénieurs électriciens, ils installaient les lampes à arc et à incandescence dans foule d'endroits, se servaient des projecteurs dans des desseins divers, rétablissaient les communications télégraphiques et présidaient aussi à la reconstruction des ponts ou des ouvrages de fortifications, etc. Les ingénieurs participèrent également à nombre d'engagements dans lesquels ils montrèrent que, quoique volontaires, et volontaires d'une classe particulière, ils étaient tout de même bons soldats. Quand Prétoria fut délivrée, il y eut un travail énorme à rétablir les appareils électriques qui avaient été détruits par les Boers. Des appareils très perfectionnés furent créés dans cette ville et les autorités tirèrent un grand profit du conseil expert des ingénieurs. Le dévidoir peut être fixé soit sur le cadre de la machine, soit sur le dos du bicycliste. D'ordinaire, le fil se déroule directement sur le sol, mais quand la durée des communications le nécessite, on installe des poteaux (1).

(1) Il y aurait également, en une guerre normale, un rôle à faire jouer à la télégraphie sans fil; j'avais même, au début, été consulté à ce sujet par le Comité parisien de jeunes Français devant partir là-bas. — F. C.

CHAPITRE IX

APPLICATIONS DIVERSES

Agitateurs électriques. — Balayeuse et ébarbeuse électriques. — Horloges électriques. — Loch électrique. — Groupe électrogène. — Four à incinérer. — L'électricité typographique. — Parc électrique à moutons. — Photographie à la lumière électrique. — Porte-plume électrique. — Pêche électrique. — Robinets électriques. — Tissage électrique. — L'électricité dans la maison.

Agitateurs électriques.

La méthode citro-mécanique pour les dosages de l'acide phosphorique dans les laboratoires agricoles a attiré l'attention des chimistes sur la cristallisation en mouvement pratiquée dans l'industrie sucrière, pour l'étendre en chimie, à cause des avantages réels sur les procédés ordinaires, lorsqu'il s'agit notamment de recueillir et de doser les précipités cristallins. L'agitation continue du liquide amenant constamment les molécules du corps à précipiter en contact avec le réactif, accélère la précipation et la rend plus complète. En outre, le précipité cristallin obtenu de cette façon est plus aisément retenu sur le filtre et se fait remarquer par une plus grande pureté. En appliquant cette méthode au dosage de l'acide urique dans les urines, l'auteur a observé que le dépôt était complet en moins d'une heure, alors que les auteurs recommandent de laisser déposer l'urine pendant vingt-quatre heures.

Il semble naturel qu'une méthode qui présente des

avantages si précieux devrait être appliquée couramment dans les laboratoires. S'il n'en est pas ainsi, c'est que ce procédé exige une installation compliquée et coûteuse; en effet, jusqu'ici on s'est servi presque exclusivement, comme moteurs, de turbines dépensant naturellement beaucoup d'eau, ou de moteurs à air chaud actionnant à leur tour un appareil ordinairement assez encombrant, portant les baguettes agitatrices, etc. M. le Dr van Melckebeke a cru faire œuvre utile en cherchant à combiner un appareil répondant mieux aux exigences pratiques. L'électricité semblait tout indiquée comme force motrice à cause de sa facilité de production et de transmission, et l'auteur a construit un appareil n'exigeant ni dynamo ni accumulateurs, mais fonctionnant à l'aide d'une petite pile au bichromate. Cet appareil, qui peut se construire en différentes grandeurs, se compose de : 1° deux électro-aimants mis en regard et séparés par un espace libre, où peut se mouvoir l'armature. Ces électro-aimants sont attachés par le dos à une pièce métallique à l'aide de trois vis et la pièce elle-même est fixée sur le socle. Les trois vis servent à régler la distance et la position des électro-aimants; 2° une armature munie à une extrémité d'un ressort attaché à une pièce métallique fixée sur le socle, à l'autre extrémité d'un double ressort qui bute contre des pointes vissées dans des bornes et portant à sa partie supérieure une tige métallique; 3° deux tringles portant une ou plusieurs pinces destinées à maintenir les baguettes agitatrices, les languettes, etc., et pouvant, à l'aide de vis et de serre-fils, être fixées sur les tiges de l'armature.

— Une autre *électrode agitateur* plus simple se meut dans le liquide à la façon d'un vilbrequin. La disposition de ce nouvel agitateur est telle que l'élec-

trode puisse se mouvoir autour d'un axe isolé, le courant y étant amené au moyen d'un contact à frottement. Une enveloppe métallique relie l'agitateur tout entier avec un support pour électrolyse qui est réuni au pôle positif d'un générateur d'électricité. Le mouvement de rotation est transmis par l'intermédiaire d'une turbine.

Balayeuse et Ebarbeuse électriques.

Cette balayeuse comporte deux moteurs qui actionnent les essieux commandés par des contrôleurs-série parallèles. Les balais rotatifs sont, à leur tour, mis en mouvement par un troisième moteur que règle un contrôleur rhéostatique. Les moteurs reçoivent l'électricité par trolley, caniveau ou accumulateur.

Le travail a lieu à l'aide de deux balais rotatifs qui accomplissent la besogne principale et de balais verticaux obliques, placés sur les côtés des premiers, dont le but est spécialement de nettoyer les rails. Devant les balais, et en vue d'éviter les projections de boue ou de neige, des rideaux en toile à voile ont été placés.

— Le service municipal du pavage de la Ville de Paris emploie depuis quelque temps un petit appareil électrique destiné à « ébarber » les pavés de bois qui sont encore sains, mais dont la tranche supérieure a été quelque peu écrasée par le passage des véhicules. L'outil a l'apparence d'une fraise et porte sur sa périphérie, suivant une certaine inclinaison, 16 lames rectangulaires affûtées en chanfrein, découpées dans de la tôle et facilement amovibles. Il tourne à raison de 1.600 révolutions sous l'action d'une petite dynamo, et enlève le bois écrasé autrement plus vite qu'un ouvrier muni d'une hachette.

Horloges électriques.

La belle tour, de 67 mètres de hauteur, qui termine l'aile gauche de la nouvelle façade de la gare de Lyon, est surmontée d'une immense cage carrée que dominent une coupole et un campanile. Cette cage est destinée à recevoir une *horloge monumentale* dont les cadrans occupent les quatre faces. Les cadrans de cette horloge, qui sera la plus grande du monde, mesurent, chacun, 8 mètres de diamètre extérieur et $6^m 50$ en feuillure. Leur surface est décomposée en 96 parties et chacune d'elles sera recouverte d'un cartouche en opaline, appliqué contre une glace transparente, ce qui les protégera du mauvais temps. Les heures, en chiffres romains, ont $0^m 95$ de hauteur, elles sont en métal peint et enchâssées à la manière des vitraux. L'aluminium a servi à la confection des aiguilles. L'aiguille des minutes a 4 mètres de longueur totale. Elle pèse $15^{kg} 200$. Montée sur une embase de bronze de 6 kilogrammes, elle est équilibrée par un contrepoids de 17 kilogrammes fixé à l'extrémité d'un levier de $0^m 40$ de longueur. La petite aiguille mesure $1^m 95$ du centre à la pointe et $2^m 90$ de longueur totale. Elle pèse 9 kilogrammes, et l'embase de bronze qui la soutient $6^{kg} 200$; le levier du contrepoids a $0^m 18$ de longueur, et la masse de plomb qui le termine et assure son équilibre pèse $8^{kg} 100$. Le rouage de minuterie pèse $80^{kg} 500$ en comptant le poids des aiguilles et des contrepoids. Ce mécanisme est renfermé dans un tambour en tôle de $0^m 50$ de diamètre et $0^m 30$ de hauteur. Une batterie d'accumulateurs, montée sur le courant de lumière de la gare, donne l'énergie nécessaire. Le régulateur-distributeur est situé dans une des pièces de l'étage supérieur du

bâtiment; il envoie le courant dans quatre relais reliés au mécanisme récepteur de chaque cadran. Le mouvement du récepteur est communiqué à la minuterie par une tringle de transmission. Ces récepteurs sont renfermés dans des armoires de 5.00 × 0.40 × 0.20. Les quatre récepteurs reçoivent toutes les vingt secondes un envoi de courant réglé par le distributeur. C'est donc par avancements successifs de un tiers de minute que procèdent les grandes aiguilles. Cette disposition a été adoptée à cause de la grandeur du cadran; l'espace entre deux divisions de minutes étant trop considérable pour permettre au mécanisme d'effectuer ce parcours sans crainte de dérangement. On a disposé des appareils de mesure dans le circuit de distribution; ils sont destinés à évaluer l'intensité des courants envoyés aux cadrans. On a ajouté aussi à cette installation un dispositif qui permet de mettre les accumulateurs hors circuit; ceci pour le cas où la batterie deviendrait inutilisable ou serait inutilisée. Les cadrans de l'horloge monumentale se voient de très loin pendant le jour. Comme il a fallu les rendre lumineux, pour la nuit, on a fixé des lampes à incandescence sur les douze rayons d'une roue placée derrière les cadrans. Ces lampes projettent leur éclat sur un colossal écran qui, à son tour, éclaire les divers cadrans. L'horloge monumentale qui, demain, sera une des curiosités de Paris, est un chef-d'œuvre artistique et mécanique, digne d'exciter et de retenir l'attention des hommes.

— Le pendule conique donne une mesure moins exacte du temps que le *pendule circulaire*. Toutefois, M. Thury l'a perfectionné pour égaler à peu près en uniformité de marche le pendule circulaire, tout en le surpassant, au point de vue de la puissance disponible

sur le moteur. Dans l'horloge électrique de M. Thury, ce pendule conique perfectionné agit sur le réglage d'un moteur électrique, et, pour reproduire à distance ce mouvement régulier, M. Thury utilise *les courants alternatifs polyphasés*, car ils donnent une puissance plus grande aux appareils sympathiques servant à transmettre l'heure. L'horloge-mère produit, à l'aide du courant continu, un mouvement de rotation réglable, transforme ce courant continu en courant polyphasé et le transmet synchroniquement. Le moteur électrique est muni d'un régulateur de vitesse très précis, il peut être actionné par une dynamo ou des accumulateurs et l'enroulement de son armature est relié par 3 fils à l'appareil de transmission, dont l'inducteur est permanent et dont l'enroulement induit est relié soit directement aux 3 fils du moteur, soit par l'intermédiaire d'un transformateur. Dans ce système, on évite les contacts des courants alternatifs toujours dangereux à cause de leur haute tension et le seul qui subsiste est celui du régulateur de vitesse qui ne transmet d'ailleurs qu'une faible part de ce courant.

La dynamo motrice est à axe vertical et à induit fixe et à anneau genre Pacinotti; l'inducteur est composé de deux enroulements, l'un sert au réglage, l'autre reçoit le courant; la première bobinée en sens inverse de la deuxième affaiblit le champ, ce qui correspond à une accélération de vitesse angulaire, le bras du pendule s'écartant alors, les contacts rompent le courant et le champ se renforçant, la vitesse tend à diminuer. Le pendule conique est à deux branches et à bras croisés, afin d'être isochrone sous un angle aussi étendu que possible. L'appareil récepteur ou horloge sympathique est un moteur synchrone composé d'un aimant permanent en fer à cheval, monté

sur un pivot et de trois bobines induites reliées par un fil commun, et, d'autre part, par trois fils à l'horloge-mère qui produisent un champ tournant et entraînent l'inducteur en fer à cheval synchroniquement avec l'inducteur de l'horloge-mère, et, pour obtenir une vitesse angulaire plus faible que celle de l'horloge, on multiple le nombre de pôles des bobines induites.

— Les horloges Wagner-Grau, construites par Heller, Coudray et Cie, à électro-aimant, aimant permanent en fer à cheval, armure rotative en deux parties séparées et polarisées, donnent un mécanisme simple et constant, actionné par les courants alternatifs. Les horloges réceptrices se règlent facilement à distance.

Loch électrique.

Cet instrument, dû au capitaine Gray, sert à la mesure de la vitesse des navires : il a donné d'excellents résultats, grâce à sa simplicité et à la robustesse de ses organes; son emploi se répand de plus en plus en Amérique. Il se compose simplement d'un cadre muni d'ailettes destinées à l'empêcher de tourner. Ce cadre supporte une vis à deux pas égaux et contraires, sur laquelle se meut un écrou guidé par la traverse inférieure du cadre. Une hélice, montée en prolongement de la vis, fait tourner cette dernière toujours dans le même sens quand l'appareil immergé dans l'eau est tiré en avant.

La vitesse du navire qui remorque ce loch se déduit du nombre de tours de la vis pendant l'unité de temps; il suffit de faire intervenir le pas de l'hélice dans le calcul.

L'originalité de l'appareil consiste dans le dispositif

de comptage du nombre de tours de l'hélice. La vis ayant deux filetages de même pas et de sens inverse, il arrive que l'écrou se déplace tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Cette inversion se produit aux fonds de course, suivant la propriété bien connue et souvent utilisée de ce genre de vis. Après chaque course aller et retour de l'écrou, le poussoir ferme un circuit qui comprend, sur le navire, une pile et un électro-aimant.

Tout revient donc, finalement, à compter pendant un temps donné le nombre des fermetures du circuit. L'électro-aimant enregistre, le plus souvent, le nombre de fermetures du circuit sur un tambour actionné par un mouvement d'horlogerie. Les contacts qui réunissent le poussoir sont abrités dans une chambre, dans laquelle pénètre le câble par l'intermédiaire d'une garniture étanche. Ce loch est lesté de manière à flotter entre deux eaux; pour le mettre en service, il suffit de le lancer à la mer à l'arrière du navire qui le prend alors à la remorque. (*L'Electricien.*)

Groupe électrogène.

On peut faire des groupes électrogènes faciles à manier et se composant d'un moteur de cinq chevaux tournant à 1.500 tours à la minute. Il actionne directement le tambour d'une dynamo de 2.500 watts environ, pouvant donner un débit de 20 à 23 ampères sous une intensité de 110 volts. Ce courant peut donc alimenter 50 lampes à incandescence de 16 bougies. Le moteur est actionné au pétrole ou au gaz, il est refroidi par circulation d'eau, soit par thermo-siphon, soit par pompe actionnée par le moteur. Le graissage est assuré par une certaine quantité d'huile introduite dans le carter où se trouvent placés les volants; cha-

que charge permet une marche de deux heures. Deux réservoirs indépendants lubréfient les arbres moteurs par bagues d'huile. On peut ainsi marcher à cette vitesse de 1.500 tours, sans usure appréciable des coussinets. La construction est très soignée, les matériaux de première qualité. Le poids total de 400 kilos. Ce groupe peut être employé pour l'éclairage des châteaux, maisons particulières, hôtels, ateliers forains, etc. Il peut fonctionner comme générateur en actionnant à distance de petits moteurs électriques, de pompes, tours, machines-outils, appareils agricoles. Il peut également servir pour la charge des batteries d'accumulateurs d'automobiles, par exemple. Ce groupe électrogène, qui est peu encombrant, peut fonctionner sans scellement.

— Le *Groupe électrogène de l'Arc* est obtenu par un moteur *Aster*, type 3 chevaux, et dynamo de 1.100 watts à constantes variables : 55 v. 22 a.; 110 v. 11 a.; 130 v. 9 a. On peut ainsi fabriquer son électricité en industrie, en électrothérapie.

Four à incinérer et Electricité.

L'application du foyer fumivore Hinstin au four à incinérer les détritus du cimetière Montmartre est faite. Ce four que la Ville de Paris a fait construire au cimetière de Montmartre est fort intéressant. Avant sa construction, les produits de dessication et de combustion montaient directement dans la cheminée en produisant une fumée énorme et nauséabonde. M. Hinstin, appliquant son principe de combustion en trois temps, dessèche d'abord les détritus sur une sole supérieure. Ces détritus, suffisamment desséchés et calcinés, sont descendus sur le foyer au moyen de

crochets. Ils brûlent en longue flamme sur la partie antérieure et en couche mince incandescente sur la partie postérieure de la grille, puis, mélangées à l'air, viennent se brûler sur les détritus en incandescence, dans la dernière chambre de combustion, ce qui assure la fumivorité d'une façon parfaite. Mais pourquoi ne pas recueillir, comme à Hambourg, l'électricité produite d'une façon assez analogue, puisqu'il s'agit également de substances à faire disparaître au point de vue de la salubrité publique ?

L'Electricité typographique.

Moteur Linotype Jenner. — La machine dite Linotype est la première qui ait réussi à remplacer d'une manière pratique le travail manuel dans la composition typographique. Cette machine, inventée en Amérique il y a plus de dix ans, offre, sur les machines à composer et à distribuer qui l'ont précédée et qui n'ont pu réussir à se maintenir dans les ateliers, un avantage fort apprécié des journaux quotidiens et autres : elle livre chaque fois à l'impression des caractères absolument neufs. Elle ne compose pas des caractères, mais les matrices nécessaires pour les fondre. Ces matrices sont automatiquement composées en mots et justifiées en lignes, dans lesquelles la machine coule elle-même des lingots de matière à caractères, constituant ainsi des blocs uniques portant tous les mots de la ligne. De là le nom masculin de « Linotypes » donné à ces blocs, et celui féminin de « Linotype » donné par extension à la machine remarquable qui les produit. Lorsqu'un bloc est coulé, la ligne de matrices qui l'a produit se distribue automatiquement dans les cassetins d'où elles viennent et prêtes à y être reprises pour des lignes nouvelles ou être refondues.

En ce qui concerne les Linotypes, pour éviter les accidents auxquels peuvent donner lieu les longues courroies suspendues aux arbres de couche courant le long des plafonds des ateliers, il est d'usage de placer les machines sur un plancher surélevé, au-dessous duquel court l'arbre de transmission. Mais cette disposition entraîne d'autres inconvénients et des frais d'installation que l'on voudrait éviter.

Ce sont ces diverses considérations qui ont donné naissance à l'idée de pourvoir chaque Linotype d'un moteur spécial, problème qui a été résolu victorieusement par la Compagnie d'Electricité Jenney, d'Indianapolis (Etats-Unis). Cette Compagnie construit un moteur à courant direct de 110 à 220 volts, destiné à être monté sur une Linotype. Ce moteur fait partie intégrante de la machine, qui ne dépend absolument que de l'alimentation de courant. La rupture ou le glissement des courroies, l'échauffement des coussinets et autres accidents susceptibles d'interrompre la marche de toutes les machines sont ainsi évités. Etant indépendantes l'une de l'autre, le réglage de la vitesse des machines est parfait et peut être subordonné à la nature du travail de chacune d'elles, ce qui est d'une haute importance pour le desservant. Ce réglage est obtenu par un enroulement auxiliaire de cinq connexions avec un tableau de commutateurs placé au-dessus du moteur. Par ce moyen, on obtient une variation de dix lettres par minute dans la vitesse de la Linotype, que le desservant peut régler de la sorte suivant les conditions de son travail.

Dans son ensemble, le moteur se présente sous un petit volume d'un très bon aspect. Sa puissance est telle qu'on peut la désirer, attendu que l'énergie dépensée n'est que de 90 à 100 watts par heure, c'est-à-

dire moindre que celle de deux lampes à incandescence de 16 bougies.

Le moteur est multipolaire et entièrement enfermé; sa forme est cylindrique avec face ornementée à jour. Les coussinets sont en bronze phosphoreux et à graisage automatique. Deux oreilles saillantes du bâti sont percées pour recevoir des boulons qui maintiennent le moteur rigidement en place sur le bâti de la Linotype.

Les organes mécaniques sont protégés par une plaque de garde en cuivre. Le commutateur de réglage, sur le dessus du moteur, est protégé par un chapeau en cuivre poli, tandis que les balais sont dissimulés par une plaque décorative portant le nom du constructeur. Ces accessoires concourent à la sécurité de l'appareil et au bon aspect de l'ensemble. (*L'Eléctrical World and Engineer* et *Vie Scientifique*.) (1)

Parc électrique à Moutons.

D'ici à quelque temps, presque toutes les routes départementales d'une ville à une autre, quelle que soit leur importance, seront pourvues de fils conducteurs transportant la force motrice et la lumière; actuellement, en Angleterre, il y en a déjà beaucoup; cela a donné à un nommé M. Hair l'idée géniale d'utiliser cette force dans sa ferme. Il a inventé un parc automatique de 15 pieds carrés, construit en fil de fer et monté sur des roues solides et plates en bois. Ce parc est destiné à se mouvoir dans tous les sens, même sur

(1) Mais il est nécessaire que, pour la composition, la lecture se puisse faire rapidement; aussi ce que les imprimeurs économiseront en temps de main-d'œuvre sera dépensé par les auteurs à faire recopier, voire imprimer (!) leurs manuscrits.

les surfaces en pente. Des fils le mettent en communication avec un petit moteur placé dans un coin du pâturage, lequel moteur est mis en communication avec les fils conducteurs de la force électrique sur la route. Rien qu'en tournant un bouton, le parc se met immédiatement en marche à travers la prairie. Tel est l'ensemble de cette invention qui paraît assez simple. Une machine de ce genre a été expérimentée à un établissement d'essais agricoles à Lausing, dans le Michigan. Deux agneaux et une vieille brebis ont été mis au pâturage dans un parc de ce genre pendant l'été. Ce pâturage consiste en un champ de luzerne très épaisse. Le parc est disposé de façon qu'il glisse dans toute la longueur du pâturage en l'espace d'un mois, à raison de 2 pieds par heure; lorsqu'il a atteint le bout de la carrière à parcourir, on le retourne en le mettant plus loin; et il refait le même chemin en sens inverse. Pendant qu'il se meut, les moutons broutent tout ce qui se trouve à l'intérieur du parc en prenant avec avidité tout ce qui se présente du côté où le parc avance. Sur un des coins du parc, une toile est tendue pour servir d'abri au petit troupeau, et, quelque curieux que cela puisse paraître, les moutons sont tellement habitués au mouvement du parc que, lorsqu'ils se couchent pour dormir, ils se mettent tout à fait contre le côté du parc qui marche le premier en avant afin d'être plus longtemps sans être dérangés lorsque le côté opposé viendra les toucher. Lorsque le parc a passé, naturellement la luzerne se met à repousser et, lorsqu'au bout d'un mois le parc a fait de nouveau son parcours, elle est de nouveau dans de bonnes conditions pour être broutée ou récoltée. L'avantage de ce genre de parc électrique consiste en ceci : les moutons ne peuvent se sauver, ils ne peuvent laisser à moitié brouté et foulé un grand espace de pâturage; ils res-

tent tranquilles, ce qui fait qu'ils viennent en chair bien plus promptement. Un fil à incandescence rougi peut aussi les tondre.

Photographie à la Lumière électrique.

Une très intéressante expérience vient d'être faite à New-York, chez un des principaux photographes de cette ville, sur un nouveau moyen d'éclairage, permettant de faire des portraits à la lumière électrique, soit la nuit, soit lorsque, par un temps couvert, le jour est insuffisant. On sait qu'en général, soit qu'on opère avec la lumière du magnésium, ou bien avec une lampe à arc, on se trouve toujours forcé de disposer l'éclairage de façon que, malgré tout, le sujet reçoit la lumière dans les yeux et souvent lui fait faire la grimace, ce qui est peu favorable à une parfaite ressemblance; d'un autre côté, cette lumière est généralement trop blafarde avec le magnésium ou trop heurtée avec la lampe à arc, même en employant des réflecteurs. La nouvelle méthode d'opérer afin d'avoir une lumière parfaite est celle-ci : on dispose sur un appareil en forme de parapluie, et placé au-dessus du sujet, une série de lampes à incandescence. Par exemple, 22 lampes dont 21 sont de 100 bougies et la 22e au centre de 150 bougies. L'appareil est tendu de soie blanche, ce qui produit une radiation diffuse de la lumière. On ne se sert que de quelques-unes des lampes pour la mise au point, et lorsque tout est prêt, on les allume toutes, le voltage employé doit être double de celui pour lequel les lampes sont réglées; dans ces circonstances, les lampes donnent une lueur éclatante, qui produit une lumière très pure, très blanche et très douce, correspondant à l'effet de 5.000 bougies pour l'ensemble de l'appareil. Il a été pris ainsi des photo-

graphies avec des poses de deux à trois secondes, tout à fait parfaites, donnant des détails plus que suffisants et un éclairage doux et diffus, ce qui est si recherché dans les portraits photographiques. La lampe à arc au foyer d'un miroir parabolique donne un grand pouvoir photogénique. (Voir *Photothérapie*).

— Le *Flop* et le *Polyflop* de MM. Radiguet et Massiot, consistent à volatiliser, en un ou plusieurs points, des fils métalliques fixés sur des cartons et appuyés sur des charbons; le courant électrique donne à volonté un ou plusieurs éclairs.

— MM. Heller et Coudray, avec trois éclairages, lampes ordinaires, lampes poussées et enfin violentes étincelles de rupture, obtiennent des tons très doux et des transitions n'effrayant pas les modèles.

Porte-plume électrique.

Le porte-plume d'Edison ressemble beaucoup à un porte-crayon de métal, il consiste en un tube creux dans lequel se meut très rapidement une aiguille d'acier qui, sous l'action d'un petit moteur très ingénieux placé à la partie supérieure du porte-plume, sort plus de cent fois par seconde de sa gaîne et perce le papier. Si on promène la plume sur celui-ci, on trace des lettres fines d'un trait discontinu dû au grand nombre de petits trous. Cette écriture est difficilement lisible, mais le papier perforé obtenu doit être considéré comme un simple négatif permettant de tirer un nombre indéfini de copies. On passe un rouleau chargé d'encre noire sur le négatif; l'encre pénètre à travers les trous jusqu'à la feuille blanche placée au-dessous et maintenue immobile à l'aide d'une pince spéciale.

— Le porte-plume Trouvé est une application mé-

dicale des courants voltaïques : un double métal, cuivre et zinc, tourne en spirale autour du manche tenu dans les doigts où il se produit ainsi un petit courant insensible, mais thérapeutique.

Pêche électrique.

Après la flanelle électrique, le cataplasme électrique, qui veut enterrer son congénère à la farine de lin, de poisseuse mémoire; l'avulsion des dents électrique, le dressage des chevaux électrique, la poste électrique (inaugurée à Madrid) et tant d'autres inventions, voici la pêche à la ligne électrique... Avec la ligne électrique, le pêcheur pourra continuer la lecture de son fait divers, l'électricité veille et travaille pour lui. Le fil de soie de la ligne renferme 2 petits fils de cuivre isolés qui relient le bouchon à la gaule. Ce manche est creux et contient une toute petite bobine d'induction qui agit sur une sonnerie placée par terre. Le bouchon a 2 pièces métalliques, agencées de telle sorte que le poisson, en happant le hameçon, les met en contact, ferme le circuit et actionne la sonnerie... de telle sorte que voilà où l'invention confine au merveilleux, c'est le poisson qui avise lui-même : Pêcheur! j'y suis! (*Inventions illustrées*).

— En Floride, des lampes à arc permettent, avec choix dans la mer, la pêche des éponges.

Robinets électriques.

On a récemment perfectionné l'*allumage direct du gaz par le robinet lui-même* par un fonctionnement certain; aucune réparation n'est à craindre, tout fil de platine est supprimé. L'allumage est assuré par une étincelle d'extra-courant obtenue par la rupture du circuit dans une bobine dite électro-transformateur,

L'installation est simple : le fil zinc de la pile est relié à la canalisation du gaz une fois pour toutes. Le fil charbon est attaché à l'une des bornes du transformateur, à l'autre borne est attaché le fil qui va aux robinets, où il est relié à la lame d'acier qui se trouve à droite de la figure. Cette lame isolée de la masse du robinet est rencontrée à chaque mouvement d'ouverture par le crochet fixé dans la clef. Un tube capillaire, soudé sur la boule du robinet, devant le ressort, donne issue à une petite fuite de gaz, au moment où le crochet, abandonnant le ressort, donne lieu à l'étincelle de rupture, la fuite s'allume, monte et enflamme le bec. Cette fuite est éteinte, lorsque le robinet est ouvert. Pour régler la flamme, il suffit de continuer la course dans le sens de l'ouverture du robinet. Avec ce système d'allumage, le bec Auer et les systèmes similaires deviennent très pratiques, il a de plus l'avantage d'assurer une grande durée aux manchons. Une batterie de cinq éléments Leclanché et un électro-transformateur suffisent pour allumer un nombre indéterminé de becs. — MM. Radiguet et Massiot, dans le même but, portent au rouge un fil de platine, ou font jaillir une étincelle, mais ils peuvent régler la flamme à l'allumage.

Tissage électrique.

Des perfectionnements aux dispositifs d'alimentation automatique des navettes garnies de trame dans les métiers à tisser, par MM. William-Henri Baker, électricien, et Frédéric Ellsworth Kip, manufacturier, ont été brevetés. Leur invention se rapporte aux métiers à tisser munis d'un dispositif servant à amener automatiquement sur le métier des navettes garnies de trame, au fur et à mesure des besoins, et cela sans arrêter le métier. L'invention comprend *un magasin* à

navettes garnies de trame, adapté à une partie fixe du métier, et muni d'une ouverture de sortie pour les navettes, — *un transporteur oscillant*, disposé pour recevoir une navette dudit magasin et la transporter au battant où elle est maintenue jusqu'à ce qu'elle soit chassée vers le côté opposé du métier, — *une boîte à navette* ouverte en bas, mobile dans le sens latéral et placée sur le battant du côté adjaçant au magasin, cette boîte expulsant, lorsqu'elle est déplacée, la navette dont le fil de trame a été consommé, — *une came* actionnant tous ces organes, — *et un circuit électrique* avec électro-aimant, provoquant le fonctionnement de ces organes, — ledit circuit ayant à l'intérieur de la navette une partie maintenant le circuit normalement ouvert par la trame renfermée dans la navette et pouvant produire la fermeture de ce circuit lorsque le fil de la canette ou autre porte-trame, renfermée dans la navette est épuisé ou sur le point d'être épuisé. (*Bulletin international de l'Electricité*).

L'Electricité dans la Maison.

Ce n'est plus seulement sous la forme lumineuse que l'électricité pénètre de plus en plus dans la maison, nous dit M. de Nansouty; ses applications aux besoins des habitants ainsi qu'à la réalisation de leur hygiène et de leur « confortable » se multiplient chaque jour : plusieurs d'entre elles, comme par exemple le chauffage électrique, le repassage électrique du linge, la ventilation électrique, qui semblaient être, il y a seulement deux ou trois ans, des sortes de curiosités, se pratiquent maintenant, dès lors qu'on le désire, de la façon la plus normale et la plus usuelle. Ce n'est plus qu'une question d'abaissement du prix de revient de l'unité d'énergie électrique, c'est-à-dire du

kilowat : or ce prix de revient tend effectivement à s'abaisser par suite du perfectionnement de l'outillage producteur du courant électrique ; mais il s'abaissera bien davantage encore lorsque la consommation des kilowats augmentera, comme on peut l'espérer, et lorsque l'on aura pris l'habitude, ainsi que le dit une expression originale, de « dévorer des kilowats ». La ventilation des locaux est une des plus aimables conquêtes faites par l'électricité dans ses applications à l'intérieur des habitations. Dès lors qu'on a du courant électrique pour illuminer des lampes à incandescence, on dispose, par le fait, de la bienfaisante « énergie » qui peut faire tourner tout ce qu'on veut par l'intermédiaire de tout petits moteurs électriques qui ne révèlent rien de leur présence. Dans ces conditions, le ventilateur électrique aux ailes de cuivre poli, ou doré, si l'on veut, est le complément indiqué du lustre incandescent. On me dira que l'on s'en passait du temps où le gaz régnait en maître. Assurément ! Mais on se passait d'une chose utile qu'il eut été impossible d'adapter à un système d'éclairage. Avec l'électricité, cela va tout seul. Le dernier cri, lorsqu'on a l'éclairage électrique dans sa chambre à coucher, c'est la bassinoire électrique. Nos ancêtres qui étaient beaucoup plus confortables qu'on ne le pense, raffolaient de cet appareil chauffé avec de la braise ; ils se prélassaient dans des lits bien bassinés. Il y avait des bassinoires de cuivre en province, qui étaient de véritables objets d'art. On ne bassine plus la génération actuelle, du moins de cette façon ; mais on y reviendra, n'en doutons pas, grâce aux facilités que procure le chauffage électrique. Un simple coup de pouce à donner, et voilà les draps qui vont tiédir, sans risquer de prendre feu, sans que la chambre à coucher se remplisse d'une désagréable odeur de chaufferette. La bassinoire élec-

trique est pleine d'avenir. Ce n'est point, d'ailleurs, du pur sybaritisme que tout cela : c'est de la pratique, c'est de l'hygiène. Soyons de notre époque : dévorons des kilowatts !

— Citons enfin les principales applications nouvelles de l'électricité faites au chemin de fer du Nord, en 1901, et dont nous donnons la primeur des indications : *Tracteur électrique à trolley* servant pour le mouvement rapide des véhicules qui doivent entrer dans la composition des trains. *Porte-pétards électriques* permettant de placer instantanément sur la voie et à distance, un pétard qui est ordinairement actionné par le signal lui-même. *Indicateur électrique* de position des aiguilles, renseignant à distance constamment, les agents des gares, sur la position occupée par les aiguilles donnant accès aux voies principales.

CHAPITRE X

ACCIDENTS ET HYGIÈNE ÉLECTRIQUES

Isolants. — Insectes devenus conducteurs électriques. — Accidents et dangers des courants. — Electrocution. — Hygiène et sécurité électriques des usines, des routes et rues ; leurs dangers. — Saturnisme électrique.

Isolants.

L'hygiène et la sécurité électriques dépendent de la valeur de l'isolant des fils de transmission ; aussi, les

l'installation d'une batterie da
force motrice, grâce à laquelle
et comme prix d'installation e
ploitation.

Voitures automobil

Les *automobiles électriqu*
Londres, à la *British and F*
C°, sont du type Krieger, sp
la Compagnie. Une paire de
d'avant à la manière habitue
les moteurs sont enroulés de
employer comme machines s
Le combinateur donne six
aussi pour la marche arrièr
ments, est divisée en deux
au-dessous des sièges, un cof
l'autre partie. Le poids de l
dre de marche est de 2,000
représentent la batterie. La
de près de 250 ampères-heu
est normalement de 25 à 35
de 50 ampères. La marche
en question fut faite de Lo
sur une distance totale de
recharge de la batterie.
départ fut de 300 ampères-
tenue à 101 volts pendan
aucun moment la vitesse
heure, car le but poursui
tomobile pouvait parcour
vitesse légale et sur laqu

Une autre classe d'au
Angleterre est celle const

rique est pleine d'avenir. Ce n'est point, d'ailleurs, du pur sybaritisme que tout cela : c'est de la pratique, c'est de l'hygiène. Soyons de notre époque : dévorons des kilowatts !

— Citons enfin les principales applications nouvelles de l'électricité faites au chemin de fer du Nord en 1901, et dont nous donnons la primeur des indications : *Tracteur électrique à trolley* servant pour le mouvement rapide des véhicules qui doivent entrer dans la composition des trains. *Porte-pétards électrique* permettant de placer instantanément sur la voie et à distance, un pétard qui est ordinairement actionné par le signal lui-même. *Indicateur électrique* de position des aiguilles, renseignant à distance constamment les agents des gares, sur la position occupée par les aiguilles donnant accès aux voies principales.

CHAPITRE X

L'HYGIÈNE ÉLECTRIQUE

efforts se portent-ils légitimement sur ce point. Et l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail a ouvert un *concours public international de* GANTS ISOLANTS *protecteurs pour les ouvriers électriciens*. Ces gants devront assurer une protection efficace de la main et de l'avant-bras. Ils devront être solides, résister non seulement à la tension électrique, mais encore aux perforations accidentelles qui pourraient provenir, par exemple, des aspérités des fils de cuivre, être faciles à porter, commodes pour toutes les mains et donner à l'ouvrier une liberté des doigts qui lui permettent d'exécuter son travail dans de bonnes conditions.

LE CAOUTCHOUC, dont le commerce est un des plus vastes qui soit au monde, tend à s'épuiser, car souvent pour sa récolte on sacrifie l'arbre qui le donne. D'autre part, son emploi est, en effet, général et il n'est pas d'industrie qui ne lui soit tributaire, à tel point que sa consommation dépasse celle du cuivre et égale presque celle du charbon. La statistique suivante publiée par le journal *India Ruber* et portant sur les années 1897, 1898 et 1899 fera comprendre l'importance du commerce du caoutchouc :

PAYS	1897	1898	1899
Etats-Unis	39.062.050	41.316.796	16.076.584
Grande-Bretagne	17.836.896	21.809.536	51.606.736
Allemagne	13.848.780	16.855.080	18.663.700
Russie	14.572.280	16.159.360	16.500.000
France	5.447.607	5.447.607	5.447.607
Italie	808.560	808.560	808.560
Canada	2.014.896	2.457.321	2 211.321
Autres pays	2.500.000	2.500.000	3.000.000
	96.091.069	107.354.260	114.313.509

Aussi, tendons-nous à lui substituer *une nouvelle*

espèce de gutta-percha, par exemple, ou encore une sorte d'isolant extrait de notre vulgaire fusain. On annonce aussi de Zanzibar la découverte d'une nouvelle espèce de gutta-percha provenant d'un arbre qui croît dans les environs de Dunga. On obtient, par des entailles opérées à l'arbre au moyen d'un couteau, un liquide blanc, qui se coagule dans l'eau bouillante en une substance possédant une grande analogie avec la gutta-percha. En se refroidissant, cette substance devient extrêmement dure, mais, à l'état mou, on peut la façonner à volonté. Des personnes compétentes se sont déjà livrées à des essais du nouveau produit. Il n'a pas été démontré, il est vrai, qu'il est d'une valeur identique à celle de la gutta; toutefois, on a reconnu qu'il peut être utilisé pour certains usages ayant nécessité exclusivement jusqu'ici l'emploi de la gutta-percha. L'arbre dont il est question plus haut serait très commun à Zanzibar, ce qui permettrait d'obtenir la nouvelle substance à des prix peu élevés.

— En emploie encore depuis quelque temps, en Amérique, la lave comme un isolateur, spécialement pour les coussinets. La lave peut très facilement tenir le fil et résiste à une plus haute température que beaucoup de matières premières employées dans le même but; elle est également moins hygroscopique. Il y a plusieurs parties spéciales dans un appareil électrique pour lesquelles il est assez difficile de trouver un isolateur donnant pleine satisfaction, les coussinets, par exemple, qui forment la séparation entre l'armature qui porte les balais du courant continu d'un dynamo et l'armature d'impulsion. Beaucoup de matériaux, tels que, par exemple, des fibres vulcanisés qui sont d'assez bons isolateurs lorsqu'elles sont sèches, absorbent l'humidité et l'huile d'une façon assez notable, et deviennent alors d'assez pauvres isolateurs; d'autres,

comme la vulcanite, sont cassants et amassent facilement la saleté et l'huile sur leur surface en détriment de leurs propriétés isolantes lorsqu'ils sont exposés à la chaleur. Dans tous les cas, également, le courant qui passe dans la matière isolante, quelque faible qu'il soit, contribue à maintenir la détérioration et l'importance des fuites de courant est augmentée par tout ce qui peut amoindrir la force isolante. Sur beaucoup de ces matières isolantes, il se forme des couches de crasse humide où il entre de tout, de la poussière de cuivre, etc., qui contribuent à la détérioration. Il paraîtrait que ces désagréments sont évités en grande partie par cette utilisation spéciale de la lave.

— Le *Scientific American* annonce aussi qu'un inventeur de Pittsburg, Pa., a un isolateur beaucoup plus durable que ceux fabriqués actuellement : les isolateurs ordinaires étant en porcelaine ou en faïence ont le défaut, par un choc un peu violent, d'être mis complètement en morceaux, le fil alors, tombant sur les supports. Afin d'obvier à cela, l'inventeur propose un isolateur en verre dans lequel on incorpore du fil de fer à peu près comme on le fait pour certaines plaques de verre, afin de leur donner plus de solidité. Les formes de ces isolateurs ne sont pas complètement les mêmes que ceux actuellement en usage, le verre étant moulé de façon à avoir les espaces voulus pour introduire le fil de fer sans soudure. L'inventeur prétend que, si l'isolateur vient à être cassé, les morceaux se trouvent encore soutenus par le fil de fer, ce qui empêche le fil conducteur de tomber par terre ou sur le support. L'isolement sera évidemment moins parfait qu'avant l'accident, mais il le serait encore moins si le fil venait à tomber ; le plus souvent même, il est complètement interrompu.

— Le *Bulletin International de l'Electricité* donne

ce procédé pour la fabrication d'une masse pierreuse bitumnieuse pour corps isolateurs de conducteurs électriques souterrains, par M. Johann Jungbluth, relevé aux brevets d'invention : Le procédé de fabrication d'une masse pierreuse bitumineuse pour corps isolateurs de conducteurs électriques souterrains est caractérisé par le mélange de carbonate de chaux (75 0/0) pulvérisé avec de l'asphalte de Trinidad (20 0/0) ou d'autres matières bitumineuses semblables, en combinaison avec du sénélite (5 0/0) ou autres substances équivalentes. Le mélange a lieu à une température assez élevée pour que, par la chaleur intense, une réaction des parties composantes l'une sur l'autre se produise transformant le mélange en une sorte de masse homogène liée en ses particules, appropriée pour être coulée dans des moules.

— On a encore le GRANIT REVIVIFIÉ du Comité des Sciences et des Arts du *Franklin Institute,* obtenu de la façon suivante : Des morceaux de granit naturel sont d'abord calcinés à haute température et réduits en poudre. On les mélange ensuite à du feldspath et du kaolin en proportions convenables, on ajoute au mélange une quantité d'eau suffisante pour le rendre plastique et on le moule à la forme voulue sous forte pression. Après séchage, on cuit la pièce à une température de 180° centigrades environ, pour la transformer en une masse dure, homogène et compacte. Pour les applications électriques, la surface est recouverte d'une couverte en émail qui augmente ses propriétés isolantes et le rend moins poreux. La substance ainsi obtenue est absolument incombustible; elle résiste, paraît-il, à tous les dissolvants, sauf l'acide fluorhydrique qui l'attaque superficiellement; elle n'est pas gélive; elle n'est pas poreuse et n'absorbe pas l'humi-

dité; elle présente une grande résistance mécanique à la traction et à la compression.

— Signalons aussi le NOUVEL ISOLANT ÉLECTRIQUE d'un ingénieur russe, M. Inschenetzky, qui compose ainsi ce nouveau produit appelé *uralite :* Asbeste, 33kg; craie, 50kg; silicate, 66kg; acide sulfurique à 50°, 6kg; argile pyrithe minium et noir de fumée, 10kg. L'uralite est mauvais conducteur de la chaleur, de l'électricité et du son; il n'est pas attaquable par les acides, ni détérioré par le feu et supporte très bien les brusques variations de température. Comme on peut le couper et le scier, on en a fait des casques de pompier, des coulisses de théâtres, des tuyaux pour la vapeur, des panneaux pour les plaques de navire, car, offrant une très grande résistance aux boulets de canon, il permet de diminuer l'épaisseur des navires de guerre.

— La Société *Allgemeine Elektricitæts* de Berlin vient également de faire breveter un nouveau *procédé pour la fabrication de conducteurs métalliques* qui, recouverts d'une enveloppe de verre ou d'émail, offrent des propriétés isolantes remarquables. Aujourd'hui que la transmission électrique de l'énergie est l'objet d'applications de plus en plus nombreuses, que toutes les villes et même des régions entières se couvrent de réseaux souterrains et aériens, les pertes d'énergie qui résultent d'un isolement encore insuffisant se traduisent par des chiffres considérables. Ces pertes, qu'elles se produisent dans l'air ou dans le sol, sont une des causes, et non des moindres, de l'élévation du prix de revient actuel de l'énergie électrique. Aussi une nouvelle invention qui permettrait d'isoler complètement les conducteurs n'intéresse pas seulement la science; elle a encore une portée considérable pour l'industrie. On peut donc prévoir que l'application du procédé de

la Société *Allgemeine Elektricitæts* entraînera un abaissement important dans les tarifs d'électricité aujourd'hui pratiqués, à condition naturellement que le nouveau fil puisse s'obtenir à bon marché. On fabrique ce conducteur, en introduisant, dans un tube en verre ou en émail échauffé, du métal en fusion et en étirant ce métal, ainsi que l'enveloppe isolante, de manière à donner au tout la forme d'un fil. Pour empêcher l'oxydation du métal à l'intérieur du tube, ainsi que toute solution de continuité de la partie métallique, on introduit en outre dans ce tube un gaz inerte, tel que l'acide carbonique. Le nouveau conducteur isolé, ainsi obtenu, permettra sans doute de transporter les courants à haute tension, sur de longs parcours, sans perte appréciable. (*La Vie Scientifique.*)

— En dehors des accidents, il faut songer aux bonnes transmissions, aussi des *couches ou enveloppes protectrices* de l'isolant des *câbles électriques*, sont souvent nécessaires contre sa rupture sous la pression électrique. Ces couches protectrices sont constituées par un ou plusieurs fils ou rubans conducteurs légèrement isolés et enroulés en hélice autour de chacun des conducteurs : ils les entourent de toutes parts et, individuellement, ils peuvent aussi être placés sur les conducteurs mêmes ou à une faible distance dans les couches isolantes. Le but est de créer un champ magnétique dont les lignes de forces soient perpendiculaires à la pression électrostatique qu'exerce, sur l'isolant, la charge électrique du conducteur, et de reporter cette charge plus uniformément sur toute la surface intérieure de l'isolant.

— Un *support anneau isolant* peut servir pour des installations mobiles. C'est un nouvel isolateur très apprécié en Amérique pour installations de télégraphie

graphies avec des poses de deux à trois secondes, tout à fait parfaites, donnant des détails plus que suffisants et un éclairage doux et diffus, ce qui est si recherché dans les portraits photographiques. La lampe à arc au foyer d'un miroir parabolique donne un grand pouvoir photogénique. (Voir *Photothérapie*).

— Le *Flop* et le *Polyflop* de MM. Radiguet et Massiot, consistent à volatiliser, en un ou plusieurs points, des fils métalliques fixés sur des cartons et appuyés sur des charbons ; le courant électrique donne à volonté un ou plusieurs éclairs.

— MM. Heller et Coudray, avec trois éclairages, lampes ordinaires, lampes poussées et enfin violentes étincelles de rupture, obtiennent des tons très doux et des transitions n'effrayant pas les modèles.

Porte-plume électrique.

Le porte-plume d'Edison ressemble beaucoup à un porte-crayon de métal, il consiste en un tube creux dans lequel se meut très rapidement une aiguille d'acier qui, sous l'action d'un petit moteur très ingénieux placé à la partie supérieure du porte-plume, sort plus de cent fois par seconde de sa gaîne et perce le papier. Si on promène la plume sur celui-ci, on trace des lettres fines d'un trait discontinu dû au grand nombre de petits trous. Cette écriture est difficilement lisible, mais le papier perforé obtenu doit être considéré comme un simple négatif permettant de tirer un nombre indéfini de copies. On passe un rouleau chargé d'encre noire sur le négatif ; l'encre pénètre à travers les trous jusqu'à la feuille blanche placée au-dessous et maintenue immobile à l'aide d'une pince spéciale.

— Le porte-plume Trouvé est une application mé-

dicale des courants voltaïques : un double métal, cuivre et zinc, tourne en spirale autour du manche tenu dans les doigts où il se produit ainsi un petit courant insensible, mais thérapeutique.

Pêche électrique.

Après la flanelle électrique, le cataplasme électrique, qui veut enterrer son congénère à la farine de lin, de poisseuse mémoire; l'avulsion des dents électrique, le dressage des chevaux électrique, la poste électrique (inaugurée à Madrid) et tant d'autres inventions, voici la pêche à la ligne électrique... Avec la ligne électrique, le pêcheur pourra continuer la lecture de son fait divers, l'électricité veille et travaille pour lui. Le fil de soie de la ligne renferme 2 petits fils de cuivre isolés qui relient le bouchon à la gaule. Ce manche est creux et contient une toute petite bobine d'induction qui agit sur une sonnerie placée par terre. Le bouchon a 2 pièces métalliques, agencées de telle sorte que le poisson, en happant le hameçon, les met en contact, ferme le circuit et actionne la sonnerie... de telle sorte que voilà où l'invention confine au merveilleux, c'est le poisson qui avise lui-même : Pêcheur! j'y suis! (*Inventions illustrées*).

— En Floride, des lampes à arc permettent, avec choix dans la mer, la pêche des éponges.

Robinets électriques.

On a récemment perfectionné l'*allumage direct du gaz par le robinet lui-même* par un fonctionnement certain; aucune réparation n'est à craindre, tout fil de platine est supprimé. L'allumage est assuré par une étincelle d'extra-courant obtenue par la rupture du circuit dans une bobine dite électro-transformateur,

L'installation est simple : le fil zinc de la pile est relié à la canalisation du gaz une fois pour toutes. Le fil charbon est attaché à l'une des bornes du transformateur, à l'autre borne est attaché le fil qui va aux robinets, où il est relié à la lame d'acier qui se trouve à droite de la figure. Cette lame isolée de la masse du robinet est rencontrée à chaque mouvement d'ouverture par le crochet fixé dans la clef. Un tube capillaire, soudé sur la boule du robinet, devant le ressort, donne issue à une petite fuite de gaz, au moment où le crochet, abandonnant le ressort, donne lieu à l'étincelle de rupture, la fuite s'allume, monte et enflamme le bec. Cette fuite est éteinte, lorsque le robinet est ouvert. Pour régler la flamme, il suffit de continuer la course dans le sens de l'ouverture du robinet. Avec ce système d'allumage, le bec Auer et les systèmes similaires deviennent très pratiques, il a de plus l'avantage d'assurer une grande durée aux manchons. Une batterie de cinq éléments Leclanché et un électro-transformateur suffisent pour allumer un nombre indéterminé de becs. — MM. Radiguet et Massiot, dans le même but, portent au rouge un fil de platine, ou font jaillir une étincelle, mais ils peuvent régler la flamme à l'allumage.

Tissage électrique.

Des perfectionnements aux dispositifs d'alimentation automatique des navettes garnies de trame dans les métiers à tisser, par MM. William-Henri Baker, électricien, et Frédéric Ellsworth Kip, manufacturier, ont été brevetés. Leur invention se rapporte aux métiers à tisser munis d'un dispositif servant à amener automatiquement sur le métier des navettes garnies de trame, au fur et à mesure des besoins, et cela sans arrêter le métier. L'invention comprend *un magasin* à

navettes garnies de trame, adapté à une partie fixe du métier, et muni d'une ouverture de sortie pour les navettes, — *un transporteur oscillant*, disposé pour recevoir une navette dudit magasin et la transporter au battant où elle est maintenue jusqu'à ce qu'elle soit chassée vers le côté opposé du métier, — *une boîte à navette* ouverte en bas, mobile dans le sens latéral et placée sur le battant du côté adjaçant au magasin, cette boîte expulsant, lorsqu'elle est déplacée, la navette dont le fil de trame a été consommé, — *une came* actionnant tous ces organes, — *et un circuit électrique* avec électro-aimant, provoquant le fonctionnement de ces organes, — ledit circuit ayant à l'intérieur de la navette une partie maintenant le circuit normalement ouvert par la trame renfermée dans la navette et pouvant produire la fermeture de ce circuit lorsque le fil de la canette ou autre porte-trame, renfermée dans la navette est épuisé ou sur le point d'être épuisé. (*Bulletin international de l'Electricité*).

L'Electricité dans la Maison.

Ce n'est plus seulement sous la forme lumineuse que l'électricité pénètre de plus en plus dans la maison, nous dit M. de Nansouty; ses applications aux besoins des habitants ainsi qu'à la réalisation de leur hygiène et de leur « confortable » se multiplient chaque jour : plusieurs d'entre elles, comme par exemple le chauffage électrique, le repassage électrique du linge, la ventilation électrique, qui semblaient être, il y a seulement deux ou trois ans, des sortes de curiosités, se pratiquent maintenant, dès lors qu'on le désire, de la façon la plus normale et la plus usuelle. Ce n'est plus qu'une question d'abaissement du prix de revient de l'unité d'énergie électrique, c'est-à-dire du

kilowat : or ce prix de revient tend effectivement à s'abaisser par suite du perfectionnement de l'outillage producteur du courant électrique ; mais il s'abaissera bien davantage encore lorsque la consommation des kilowats augmentera, comme on peut l'espérer, et lorsque l'on aura pris l'habitude, ainsi que le dit une expression originale, de « dévorer des kilowats ». La ventilation des locaux est une des plus aimables conquêtes faites par l'électricité dans ses applications à l'intérieur des habitations. Dès lors qu'on a du courant électrique pour illuminer des lampes à incandescence, on dispose, par le fait, de la bienfaisante « énergie » qui peut faire tourner tout ce qu'on veut par l'intermédiaire de tout petits moteurs électriques qui ne révèlent rien de leur présence. Dans ces conditions, le ventilateur électrique aux ailes de cuivre poli, ou doré, si l'on veut, est le complément indiqué du lustre incandescent. On me dira que l'on s'en passait du temps où le gaz régnait en maître. Assurément ! Mais on se passait d'une chose utile qu'il eut été impossible d'adapter à un système d'éclairage. Avec l'électricité, cela va tout seul. Le dernier cri, lorsqu'on a l'éclairage électrique dans sa chambre à coucher, c'est la bassinoire électrique. Nos ancêtres qui étaient beaucoup plus confortables qu'on ne le pense, raffolaient de cet appareil chauffé avec de la braise ; ils se prélassaient dans des lits bien bassinés. Il y avait des bassinoires de cuivre en province, qui étaient de véritables objets d'art. On ne bassine plus la génération actuelle, du moins de cette façon ; mais on y reviendra, n'en doutons pas, grâce aux facilités que procure le chauffage électrique. Un simple coup de pouce à donner, et voilà les draps qui vont tiédir, sans risquer de prendre feu, sans que la chambre à coucher se remplisse d'une désagréable odeur de chaufferette. La bassinoire élec-

trique est pleine d'avenir. Ce n'est point, d'ailleurs, du pur sybaritisme que tout cela : c'est de la pratique, c'est de l'hygiène. Soyons de notre époque : dévorons des kilowatts !

— Citons enfin les principales applications nouvelles de l'électricité faites au chemin de fer du Nord, en 1901, et dont nous donnons la primeur des indications : *Tracteur électrique à trolley* servant pour le mouvement rapide des véhicules qui doivent entrer dans la composition des trains. *Porte-pétards électriques* permettant de placer instantanément sur la voie et à distance, un pétard qui est ordinairement actionné par le signal lui-même. *Indicateur électrique* de position des aiguilles, renseignant à distance constamment, les agents des gares, sur la position occupée par les aiguilles donnant accès aux voies principales.

CHAPITRE X

ACCIDENTS ET HYGIÈNE ÉLECTRIQUES

Isolants. — Insectes devenus conducteurs électriques. — Accidents et dangers des courants. — Electrocution. — Hygiène et sécurité électriques des usines, des routes et rues; leurs dangers. — Saturnisme électrique.

Isolants.

L'hygiène et la sécurité électriques dépendent de la valeur de l'isolant des fils de transmission; aussi, les

efforts se portent-ils légitimement sur ce point. Et l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail a ouvert un *concours public international de* GANTS ISOLANTS *protecteurs pour les ouvriers électriciens*. Ces gants devront assurer une protection efficace de la main et de l'avant-bras. Ils devront être solides, résister non seulement à la tension électrique, mais encore aux perforations accidentelles qui pourraient provenir, par exemple, des aspérités des fils de cuivre, être faciles à porter, commodes pour toutes les mains et donner à l'ouvrier une liberté des doigts qui lui permettent d'exécuter son travail dans de bonnes conditions.

LE CAOUTCHOUC, dont le commerce est un des plus vastes qui soit au monde, tend à s'épuiser, car souvent pour sa récolte on sacrifie l'arbre qui le donne. D'autre part, son emploi est, en effet, général et il n'est pas d'industrie qui ne lui soit tributaire, à tel point que sa consommation dépasse celle du cuivre et égale presque celle du charbon. La statistique suivante publiée par le journal *India Ruber* et portant sur les années 1897, 1898 et 1899 fera comprendre l'importance du commerce du caoutchouc :

PAYS	1897	1898	1899
Etats-Unis	39.062.050	41.316.796	16.076.584
Grande-Bretagne	17.836.896	21.809.536	51.606.736
Allemagne	13.848.780	16.855.080	18.663.700
Russie	14.572.280	16.159.360	16.500.000
France	5.447.607	5.447.607	5.447.607
Italie	808.560	808.560	808.560
Canada	2.014.896	2.457.321	2 211.321
Autres pays	2.500.000	2.500.000	3.000.000
	96.091.069	107.354.260	114.313.509

Aussi, tendons-nous à lui substituer *une nouvelle*

espèce de gutta-percha, par exemple, ou encore une sorte d'isolant extrait de notre vulgaire fusain. On annonce aussi de Zanzibar la découverte d'une nouvelle espèce de gutta-percha provenant d'un arbre qui croît dans les environs de Dunga. On obtient, par des entailles opérées à l'arbre au moyen d'un couteau, un liquide blanc, qui se coagule dans l'eau bouillante en une substance possédant une grande analogie avec la gutta-percha. En se refroidissant, cette substance devient extrêmement dure, mais, à l'état mou, on peut la façonner à volonté. Des personnes compétentes se sont déjà livrées à des essais du nouveau produit. Il n'a pas été démontré, il est vrai, qu'il est d'une valeur identique à celle de la gutta; toutefois, on a reconnu qu'il peut être utilisé pour certains usages ayant nécessité exclusivement jusqu'ici l'emploi de la gutta-percha. L'arbre dont il est question plus haut serait très commun à Zanzibar, ce qui permettrait d'obtenir la nouvelle substance à des prix peu élevés.

— En emploie encore depuis quelque temps, en Amérique, la lave comme un isolateur, spécialement pour les coussinets. La lave peut très facilement tenir le fil et résiste à une plus haute température que beaucoup de matières premières employées dans le même but; elle est également moins hygroscopique. Il y a plusieurs parties spéciales dans un appareil électrique pour lesquelles il est assez difficile de trouver un isolateur donnant pleine satisfaction, les coussinets, par exemple, qui forment la séparation entre l'armature qui porte les balais du courant continu d'un dynamo et l'armature d'impulsion. Beaucoup de matériaux, tels que, par exemple, des fibres vulcanisés qui sont d'assez bons isolateurs lorsqu'elles sont sèches, absorbent l'humidité et l'huile d'une façon assez notable, et deviennent alors d'assez pauvres isolateurs; d'autres,

comme la vulcanite, sont cassants et amassent facilement la saleté et l'huile sur leur surface en détriment de leurs propriétés isolantes lorsqu'ils sont exposés à la chaleur. Dans tous les cas, également, le courant qui passe dans la matière isolante, quelque faible qu'il soit, contribue à maintenir la détérioration et l'importance des fuites de courant est augmentée par tout ce qui peut amoindrir la force isolante. Sur beaucoup de ces matières isolantes, il se forme des couches de crasse humide où il entre de tout, de la poussière de cuivre, etc., qui contribuent à la détérioration. Il paraîtrait que ces désagréments sont évités en grande partie par cette utilisation spéciale de la lave.

— Le *Scientific American* annonce aussi qu'un inventeur de Pittsburg, Pa., a un isolateur beaucoup plus durable que ceux fabriqués actuellement : les isolateurs ordinaires étant en porcelaine ou en faïence ont le défaut, par un choc un peu violent, d'être mis complètement en morceaux, le fil alors, tombant sur les supports. Afin d'obvier à cela, l'inventeur propose un isolateur en verre dans lequel on incorpore du fil de fer à peu près comme on le fait pour certaines plaques de verre, afin de leur donner plus de solidité. Les formes de ces isolateurs ne sont pas complètement les mêmes que ceux actuellement en usage, le verre étant moulé de façon à avoir les espaces voulus pour introduire le fil de fer sans soudure. L'inventeur prétend que, si l'isolateur vient à être cassé, les morceaux se trouvent encore soutenus par le fil de fer, ce qui empêche le fil conducteur de tomber par terre ou sur le support. L'isolement sera évidemment moins parfait qu'avant l'accident, mais il le serait encore moins si le fil venait à tomber ; le plus souvent même, il est complètement interrompu.

— Le *Bulletin International de l'Electricité* donne

ce procédé pour la fabrication d'une masse pierreuse bitumnieuse pour corps isolateurs de conducteurs électriques souterrains, par M. Johann Jungbluth, relevé aux brevets d'invention : Le procédé de fabrication d'une masse pierreuse bitumineuse pour corps isolateurs de conducteurs électriques souterrains est caractérisé par le mélange de carbonate de chaux (75 0/0) pulvérisé avec de l'asphalte de Trinidad (20 0/0) ou d'autres matières bitumineuses semblables, en combinaison avec du sénélite (5 0/0) ou autres substances équivalentes. Le mélange a lieu à une température assez élevée pour que, par la chaleur intense, une réaction des parties composantes l'une sur l'autre se produise transformant le mélange en une sorte de masse homogène liée en ses particules, appropriée pour être coulée dans des moules.

— On a encore le GRANIT REVIVIFIÉ du Comité des Sciences et des Arts du *Franklin Institute,* obtenu de la façon suivante : Des morceaux de granit naturel sont d'abord calcinés à haute température et réduits en poudre. On les mélange ensuite à du feldspath et du kaolin en proportions convenables, on ajoute au mélange une quantité d'eau suffisante pour le rendre plastique et on le moule à la forme voulue sous forte pression. Après séchage, on cuit la pièce à une température de 180° centigrades environ, pour la transformer en une masse dure, homogène et compacte. Pour les applications électriques, la surface est recouverte d'une couverte en émail qui augmente ses propriétés isolantes et le rend moins poreux. La substance ainsi obtenue est absolument incombustible; elle résiste, paraît-il, à tous les dissolvants, sauf l'acide fluorhydrique qui l'attaque superficiellement; elle n'est pas gélive; elle n'est pas poreuse et n'absorbe pas l'humi-

dité; elle présente une grande résistance mécanique à la traction et à la compression.

— Signalons aussi le NOUVEL ISOLANT ÉLECTRIQUE d'un ingénieur russe, M. Inschenetzky, qui compose ainsi ce nouveau produit appelé *uralite* : Asbeste, 33kg; craie, 50kg; silicate, 66kg; acide sulfurique à 50°, 6kg; argile pyrithe minium et noir de fumée, 10kg. L'uralite est mauvais conducteur de la chaleur, de l'électricité et du son; il n'est pas attaquable par les acides, ni détérioré par le feu et supporte très bien les brusques variations de température. Comme on peut le couper et le scier, on en a fait des casques de pompier, des coulisses de théâtres, des tuyaux pour la vapeur, des panneaux pour les plaques de navire, car, offrant une très grande résistance aux boulets de canon, il permet de diminuer l'épaisseur des navires de guerre.

— La Société *Allgemeine Elektricitæts* de Berlin vient également de faire breveter un nouveau *procédé pour la fabrication de conducteurs métalliques* qui, recouverts d'une enveloppe de verre ou d'émail, offrent des propriétés isolantes remarquables. Aujourd'hui que la transmission électrique de l'énergie est l'objet d'applications de plus en plus nombreuses, que toutes les villes et même des régions entières se couvrent de réseaux souterrains et aériens, les pertes d'énergie qui résultent d'un isolement encore insuffisant se traduisent par des chiffres considérables. Ces pertes, qu'elles se produisent dans l'air ou dans le sol, sont une des causes, et non des moindres, de l'élévation du prix de revient actuel de l'énergie électrique. Aussi une nouvelle invention qui permettrait d'isoler complètement les conducteurs n'intéresse pas seulement la science; elle a encore une portée considérable pour l'industrie. On peut donc prévoir que l'application du procédé de

la Société *Allgemeine Elektricitæts* entraînera un abaissement important dans les tarifs d'électricité aujourd'hui pratiqués, à condition naturellement que le nouveau fil puisse s'obtenir à bon marché. On fabrique ce conducteur, en introduisant, dans un tube en verre ou en émail échauffé, du métal en fusion et en étirant ce métal, ainsi que l'enveloppe isolante, de manière à donner au tout la forme d'un fil. Pour empêcher l'oxydation du métal à l'intérieur du tube, ainsi que toute solution de continuité de la partie métallique, on introduit en outre dans ce tube un gaz inerte, tel que l'acide carbonique. Le nouveau conducteur isolé, ainsi obtenu, permettra sans doute de transporter les courants à haute tension, sur de longs parcours, sans perte appréciable. (*La Vie Scientifique.*)

— En dehors des accidents, il faut songer aux bonnes transmissions, aussi des *couches ou enveloppes protectrices* de l'isolant des *câbles électriques*, sont souvent nécessaires contre sa rupture sous la pression électrique. Ces couches protectrices sont constituées par un ou plusieurs fils ou rubans conducteurs légèrement isolés et enroulés en hélice autour de chacun des conducteurs : ils les entourent de toutes parts et, individuellement, ils peuvent aussi être placés sur les conducteurs mêmes ou à une faible distance dans les couches isolantes. Le but est de créer un champ magnétique dont les lignes de forces soient perpendiculaires à la pression électrostatique qu'exerce, sur l'isolant, la charge électrique du conducteur, et de reporter cette charge plus uniformément sur toute la surface intérieure de l'isolant.

— Un *support anneau isolant* peut servir pour des installations mobiles. C'est un nouvel isolateur très apprécié en Amérique pour installations de télégraphie

et téléphone ainsi que dans les laboratoires de recherches électriques. Ce support isolant est en fer soigneusement émaillé pour lui assurer un isolement parfait et la fuite dont est munie l'extrémité de la bouche permet d'y introduire les fils et de les remplacer facilement ou d'en changer le nombre et la répartition.

— *Les propriétés isolantes de la neige* sont également appliquées d'instinct, en quelque sorte. M. Bernard Brunhes a signalé des pratiques en usage dans le Puy-de-Dôme depuis vingt ans, qui consistent à accrocher les fils sans isolateurs, ou même à les laisser traîner sur la neige sur une grande longueur : elles montrent que les personnes attachées à l'Observatoire et les ouvriers télégraphistes chargés de la réparation des lignes de montagne, aussi bien, du reste, dans la région du mont Dore qu'au Puy-de-Dôme, « ont toujours traité la neige et le givre comme des isolants ». Ces observations eussent-elles été, d'ailleurs, plus généralement connues qu'elles n'auraient pas suffi à faire préjuger le succès d'expériences comme celle du mont Blanc, où le fil conducteur a été mis en contact avec la neige sur plusieurs kilomètres de longueur.

— Des isolants imparfaits peuvent former des *résistances électriques*, nous voyons qu'elles diffèrent peu de composition avec de certains isolants qui précèdent.

On mélange intimement une substance non conductrice, talc, kaolin, alumine, quartz, oxydes métalliques, difficilement réductibles et fusibles avec une substance conduisant bien l'électricité telle que le nickel, le wolfram, le cobalt. La masse, aussi finement mélangée que la terre de potier, sera parfaitement séchée à 400° dans une atmosphère d'hydrogène, et tenue à l'écart de tout contact avec le charbon, car le mélange qui en résulterait serait cassant et aurait un pouvoir conducteur réduit. Le mélange est ensuite entouré d'une at-

mosphère d'hydrogène et vitrifiée. Il donne un corps dur d'un grand pouvoir électrique.

Insectes devenus conducteurs électriques.

Le service de l'éclairage électrique de la ville de Saint-Paul, aux Etats-Unis d'Amérique, a été frappé d'un accident dont la cause est d'une nature bien spéciale et originale à la fois. Cette région est annuellement envahie par des essaims d'insectes, espèces d'éphémérides analogues au *Palingenia horaria* dont l'apparition coïncide avec les mois de juin et juillet. Ils surgissent des fonds marécageux et des bords de la rivière, se pressent par milliards dans les villes éclairées électriquement formant d'épaisses couches obnubilant les lampes à arc. La ville de Saint-Paul est alimentée en courant par une usine électrique située à 43 kilomètres de distance sur une des rives de l'Apple, dans le Wisconsin. Les conducteurs chargés d'un courant au potentiel de 25,000 volts franchissent la rivière Sainte-Croix le long d'un pont de chemin de fer. Les isolateurs supportant les six fils sont fixés sur poutres horizontales en bois de chêne rattachées à la structure métallique de l'ouvrage et en surplomb d'environ 5 mètres. Les conducteurs sont écartés les uns des autres de 45 centimètres et ils sont situés à 30 centimètres au-dessus de la face supérieure des poutres.

Un soir, vers huit heures, soudainement, le transformateur qui ramenait à une basse tension le courant triphasé de 25,000 volts tomba hors de phases, sa marche irrégulière fut aussitôt remarquée à l'usine de production et le chef d'exploitation s'empressa de rechercher la cause de cette perturbation. Il constata des étincelles considérables et des fulgurations à l'endroit

du pont du chemin de fer; il arrêta promptement les machines, ce qui eut pour conséquence directe de plonger inopinément la ville dans les ténèbres. Des ouvriers furent, sans retard, envoyés au pont où, à leur grande stupéfaction, ils trouvèrent les lignes de conducteurs en parfait état. Le rétablissement du courant donna la solution de l'énigme. Les insectes s'étaient rassemblés en essaims si pressés entre les fils qu'ils avaient fini par mettre ceux-ci en court-circuit. Le passage du courant à travers cette faible résistance incinérait les animalcules entassés. De nouveaux éclairs lumineux apparaissaient dès que les insectes s'amassaient sur les poutres et, lorsqu'ils étaient agglomérés en rangs serrés, l'énergie du courant déterminait leur destruction. A chaque déclaration de court-circuit, le fonctionnement du transformateur était altéré et la lumière dans Saint-Paul était soumise à des fluctuations. Il fallut, pour combattre les méfaits de ces petits monstres ailés, poster un homme sur le pont, armé d'une longue gaule, qui avait pour mission de disloquer les rassemblements des insectes entre les conducteurs. — Em. Dieudonné. (*La Vie scientifique.*) (1)

Accidents et Dangers des Courants.

Les *courants alternatifs*, d'après Hellmund, sont très dangereux, car il suffit de toucher le conducteur interne d'un câble à conducteur concentrique transportant un courant alternatif, câble placé dans le sol. En effet, le conducteur externe forme, avec l'enveloppe de plomb qui protége le câble, un condensateur,

(1) D'autres observateurs, à New-York, ont remarqué l'attraction des moucherons mâles autour des lampes à incandescence, alors que les femelles ne seraient pas attirées par le bruit musical (?) de ces lampes.

et une personne en contact avec le sol qui touche le conducteur intérieur ferme sur elle-même le circuit de ce condensateur. Si la résistance du corps humain est évaluée à 30,000 ohms, le voltage étant de 6,000 et la fréquence de 50, et si la capacité du condensateur formé par le conducteur externe du câble et son enveloppe de plomb est d'un micro-farad, le courant qui traverse le corps de l'homme est de 0,2 ampère déjà au-dessus de l'intensité limite dangereuse. Dans un autre cas, si le conducteur transportant un courant alternatif est placé dans le sol en communication avec la terre, et si le second conducteur de ce courant alternatif est parallèle à un troisième n'ayant aucune communication avec le circuit du courant alternatif en question, mais réuni dans le même câble avec le second conducteur du circuit, une personne en contact avec le sol ferme sur elle-même un circuit en touchant ce troisième conducteur, qui est, semble-t-il, complètement inactif. Ce sont là des cas rares qu'on ne saurait trop signaler pour éclaircir complètement les nombreuses causes de danger des circuits électriques, contre lesquelles il ne sera possible de se mettre en garde que lorsqu'on les connaîtra mieux. — (*Elek. Anz.*, 1er mars 1900 : anal. *in Electr. Word,* 14 avril 1900.) (1)

— Ayant vu deux accidents nerveux de nature paralytique chez l'homme causés par l'électricité indus-

(1) *Un crime par téléphone,* d'après les quotidiens : Un attentat, qui aurait pu avoir des conséquences très graves, a été commis à l'usine électrique située à Aïn-Fekan, usine reliée par téléphone à la station de Mascara. M. Viel, ingénieur de la Compagnie, ayant constaté que l'appareil téléphonique de son bureau était brûlé, voulut couper le fil. Il reçut une violente décharge et tomba sans connaissance. On rechercha les causes de l'accident, et l'on découvrit qu'une main criminelle avait relié, sur la route de Saint-André, un fil à haute tension (10.000 volts) avec le fil téléphonique.

trielle, les auteurs ont voulu déterminer expérimentalement l'action des courants en question sur le système nerveux. De pareilles recherches ont déjà été faites par Mac Donald, sur l'homme électrocuté, par Corrado et Querton sur le chien. Ces auteurs (méthodes de Nissl et de Golgi) ont trouvé des lésions assez profondes des cellules nerveuses. Bordier et Piéry se sont adressés au cobaye, qu'ils ont tué par un courant de 120 volts, agissant durant 1/2 minute à 1 1/2 minute. Les cellules nerveuses examinées directement après la mort par le procédé Nissl se montrèrent normales. Sans vouloir préjuger que cette absence de lésions soit constante et tout en reconnaissant le bien fondé des recherches des autres auteurs, Bordier et Piéry se voient obligés de conclure : « *Les cellules nerveuses de la moelle et du bulbe d'animaux foudroyés par le courant industriel peuvent ne présenter aucune altération appréciable par la méthode de Nissl.* » Ce fait me semble important à noter et doit être rapproché des résultats histologiques négatifs dans les intoxications suraiguës. Il s'agit ici d'une loi générale : L'organisme foudroyé n'a pas le temps de réagir. (De Buck). Mais les auteurs, comme je le disais l'an dernier, oublient de dire la nature du courant.

— A Milvankee, on vient de faire une triste expérience qui doit servir d'exemple aux mécaniciens-électriciens en général. Un mécanicien sur la ligne de chemin de fer électrique de Wankesha, était en train de rechercher les causes de quelques dérangements qui s'étaient produits sur sa machine, lorsque son faux-col en celluloïd fut mis en contact avec plusieurs des conduits ; aussitôt il se produisit une étincelle et un collier de feu entoura immédiatement son cou, lui faisant naturellement une douloureuse et dangereuse blessure. Il en est résulté que le président de l'Etat de Milvan-

kee rendit un arrêt interdisant aux mécaniciens le port de faux-cols en celluloïd, qui sont, on le sait, très en usage aux Etats-Unis.

L'Electrocution.

Victime d'un accident électrique sérieux, et sauvé à temps, grâce à la présence d'esprit de son préparateur, M. Turchini, qui coupa le circuit, M. Broca a noté avec une précision toute mathématiquement scientifique la série de souffrances qu'il a éprouvées. Ses observations minutieuses pendant et après l'accident documenteront les chercheurs qui pourront y puiser des renseignements sur l'action des courants puissants. Aussi a-t-on pris prétexte de ce point pour le comparer à l'électrocution qui se fait en des conditions spéciales de rapidité et de sûreté, pour s'apitoyer sur le sort de Czolgoz, l'assassin du Président des Etats-Unis de l'Amérique du Nord, Mac-Kinley, et croire à une souffrance imméritée et longue avant son passage de vie à trépas !

« J'ai été parcouru entre les deux mains, dit M. Broca, pendant un temps que M. Turchini évalue à deux ou trois secondes, par le courant du secondaire d'une bobine de Ruhmkorff, excitée par le courant alternatif de la ville (42 périodes par seconde, 110 volts). Au moment de l'accident, le primaire débitait 50 ampères. Dans ces conditions, l'allumage de l'arc entre les deux pôles du secondaire se produit entre fils distants de 6 centimètres. La différence de potentiel est donc d'environ 50.000 volts à circuit ouvert. Si le circuit avait été complètement fermé, sa résistance totale étant d'environ 100.000 ohms, en admettant le coefficient de rendement de 0,75, on aurait eu pour l'intensité environ 200 milliampères. Mais il y avait dans le

circuit un éclateur, l'accident étant arrivé par une faute commise dans des essais relatifs à l'action des courants de hautes fréquences. Je ne peux donc préciser exactement les conditions.

« Les phénomènes ont été de deux sortes. Les uns subjectifs se sont passés pendant l'action du courant, et je les ai certainement bien mal observés; les autres ont été consécutifs, et sont beaucoup plus certains. Je serrais dans les mains deux larges électrodes, je n'ai donc pas eu de brûlure. J'ai été jeté par terre par un tétanos musculaire généralisé en ayant eu le temps de faire un violent effort, immédiatement reconnu inutile, pour lâcher les électrodes. J'ai alors pensé aux expériences de Prévost et Battelli, et je me suis dit très nettement : « C'est de l'alternatif, mon cœur va s'arrêter, je suis perdu. » Puis j'ai essayé de crier : « Turchini, coupez le circuit », mais je n'ai pu pousser qu'un cri informe. J'ai perdu la sensation de l'existence de mes mains et de mes bras étant par terre, et j'ai éprouvé une perturbation de la notion de la verticale et de la notion de couleur. Les murs de la salle m'ont paru s'incliner solidairement à 45° vers la droite, et se colorer en vert intense, puis j'ai perdu connaissance.

« M. Turchini, ayant coupé le circuit, m'a relevé, et j'ai repris connaissance immédiatement. Je n'ai le souvenir d'aucune douleur, je n'ai que celui de l'angoisse et des phénomènes que je viens de décrire. En me relevant, j'ai pu marcher immédiatement, et j'ai eu la sensation curieuse que ma tête et mes jambes existaient seuls, je n'avais aucune notion de l'existence de mes bras ni du haut du tronc. J'ai essayé alors de remuer les bras et j'ai vu qu'ils étaient complètement paralysés, les fléchisseurs des doigts étaient contracturés. M. Turchini m'ayant touché la main,

j'ai eu la sensation de froid intense. Il m'a pincé violemment, et je n'ai rien senti; le sens musculaire était également aboli. L'hyperémie des mains et des avant-bras était considérable. En trois ou quatre minutes, les mouvements des fléchisseurs du bras sont devenus possibles. Environ un quart d'heure après, les fléchisseurs des doigts se sont décontracturés, et j'ai pu un peu remuer les doigts. J'ai alors écrit une ligne, avec beaucoup de peine. L'action des interosseux n'a été vraiment rétablie que plusieurs heures après. La sensibilité et le sens musculaire sont revenus en même temps que la motilité. L'hyperesthésie au froid a duré une demi-heure environ, car j'ai alors posé ma main sur une règle métallique et je l'ai retirée vivement, ayant éprouvé un froid douloureux. J'ai essayé de marcher un peu dans le laboratoire, et j'ai été tout de suite essouffié. Je suis alors rentré chez moi, et j'ai pu monter lentement mes cinq étages. Je me suis étendu et remis peu à peu.

« Mais une heure et demie plus tard, j'ai été pris d'une violente angoisse cardiaque. Le pouls indiquait un battement violent, puis deux secondes d'arrêt, puis une série de battements très fréquents et très petits, puis encore un long arrêt, et les phénomènes recommençaient. Cet état a duré une demi-heure ou trois-quarts d'heure, puis s'est amélioré peu à peu. L'arythmie cardiaque a été cependant assez grande jusqu'au lendemain matin à 9 heures, heure vers laquelle elle a cessé presque subitement. Il ne m'est plus resté qu'une forte courbature, qui était d'ailleurs disparue trente-six heures après l'accident. Il ne restait aucune trace de celui-ci au bout de quarante-huit heures.

« La paralysie peut s'expliquer soit par une action du courant sur les centres nerveux, soit par la fatigue

due au tétanos et aux actions directes du courant sur les tissus. Je pense que la dernière hypothèse est assez vraisemblable, car la motilité est revenue dans les muscles au bout de temps beaucoup plus longs que la densité du courant qu'ils avaient subie était plus élevée. De même, on peut faire l'hypothèse que les troubles cardiaques consécutifs, apparus une heure et demie après l'accident, sont dus à la présence dans le sang de toxines produites par l'irritation musculaire si violente qui a eu lieu pendant le passage du courant. J'ai cherché à vérifier cette idée en soumettant un chien à la même action, mais il s'est montré tout à fait réfractaire, il a subi à plusieurs reprises l'expérience pendant deux secondes sans manifester aucun malaise consécutif. » (1)

— A propos de l'assassin de Mac-Kinley, on a rappelé la dernière exécution qui a eu lieu dans cette même prison d'Auburn, le 22 mars 1899. La condamnée était alors une femme. A neuf heures du matin, on alla la trouver dans sa cellule et on l'informa que l'heure suprême était arrivée. Elle fut amenée dans la chambre dite du supplice. On la fit asseoir dans un fauteuil. On lui lia étroitement les membres. On lui enleva le bas qu'elle portait à la jambe droite, afin d'y appliquer le premier des électrodes, et on lui rasa la nuque, afin d'y appliquer le second. On lui mit en même temps un masque sur la figure, afin qu'elle ne pût pas voir lorsqu'on donnerait le signal de l'exécution. Ces préparatifs achevés, l'exécuteur des hautes

(1) Le Dr André Morin me signale le cas d'une dame mettant le pied, rue de Sèvres, sur un fil électrique destiné à une installation privée, et ayant ressenti une commotion violente, suivie pendant plusieurs semaines d'une vive douleur dans la nuque et d'un ébranlement nerveux profond, avec privation de sommeil et malaise général presque constant.

œuvres ouvrit la porte de la chambre et se contenta avec son mouchoir de faire un signe rapide. L'opérateur électrique tourna un bouton et un courant de deux mille volts vint frapper la victime. Le corps eut un soubresaut terrible comme s'il voulait briser les liens qui le retenaient et les cordes s'enfoncèrent profondément dans la chair. Le courant dura dix secondes et ce n'est que lorsqu'il s'arrêta que la tête de la patiente retomba inerte. On rouvrit alors une deuxième fois le courant et, quoique le corps ne fût plus qu'un cadavre, la secousse fut tellement violente qu'un tremblement suprême l'agita de façon désespérée, comme si un restant de vie s'éveillait en lui. En même temps une petite flamme bleue, accompagnée de fumée, jaillit, et on s'aperçut que les électrodes étant en contact avec la chair, le cadavre commençait à griller. On détacha enfin le corps, qui était noirâtre et à demi-carbonisé, et on l'emporta. Là s'arrêtèrent les opérations.

Depuis deux ans, l'appareil a été un peu modifié. Il comporte cinq larges courroies à savoir quatre pour les bras et les jambes et une pour la poitrine. Chaque courroie est munie d'un électrode par lequel le courant vient frapper la victime. Le condamné a toujours les yeux bandés, et comme l'exécuteur des hautes œuvres, pour tout signal, abaisse son mouchoir, afin que son aide presse un bouton, la mort anéantit le supplicié sans que celui-ci soit prévenu de la minute exacte. Il peut être intéressant, dit le *Matin,* de signaler que l'inventeur de l'appareil électrocutoire est un Français, Edouard Charton.

Czolgoz a été, dans sa prison d'Auburn, placé, le mardi 29 octobre 1901, sur le fauteuil électrique. Le gardien-chef a levé la main, l'électricien a tourné le commutateur à sept heures douze minutes trente secondes. Un courant de 1.700 volts était ouvert. Les

courroies ont craqué. Les mains du condamné se sont serrées convulsivement; tout le corps était extrêmement tendu. Le courant a été maintenu pendant quarante-cinq secondes à la force de 1.700 volts, puis diminué graduellement, puis interrompu. Le courant a été de nouveau lancé pendant deux ou trois secondes. Le cadavre, qui s'était affaissé, s'est raidi de nouveau contre les courroies. Une fois le courant interrompu, un des docteurs a mis la main sur la région du cœur et a constaté que toute pulsation avait cessé, mais il a demandé qu'on lançât de nouveau le courant pendant quelques secondes. Le cadavre s'est raidi de nouveau. Enfin, le courant a été interrompu pour la dernière fois. Il était sept heures un quart, c'est-à-dire moins de quatre minutes depuis le moment où Czolgoz avait quitté sa cellule pour la dernière fois. Les médecins se sont servis du stéthoscope, et ont soumis le cadavre à différentes épreuves pour voir s'il avait encore quelques signes de vie. Il était sept heures dix-sept quand la mort a été officiellement annoncée par le gardien. (1)

(1) Divers auteurs, partant de l'idée préconçue et non prouvée de l'absence de douleur dans la guillotine, sans parler des angoisses de la promenade pour aller à l'échafaud, et les symptômes plutôt effrayants de l'électrocution, nient que celle-ci soit un progrès. Les courants continus, électrolytiques, sont meurtriers, plus que les alternatifs, surtout inhibitifs. Quant à la possibilité du retour à la vie, il est impossible si le courant agit assez longtemps, ce qui n'a nul inconvénient, le premier choc donnant l'inhibition et l'anesthésie. Guillotine et électrocution donnent d'ailleurs, en apparence, des signes de survie : mouvements des paupières dans certains cas (La Pommerais ?) ou chez des animaux injectés de sang chaud après décapitation ; mouvements tétaniques chez les électrocutés, mais cela ne prouve, ni la survie, ni la sensation.

Hygiène et Sécurité électriques des Usines(1).

Moteurs électriques. — « Les courants à haute tension, surtout les courants alternatifs, sont très dangereux. » Il est à ma connaissance que des accidents mortels se sont produits à la tension de 220 volts, avec des courants triphasés. Les courants continus peuvent généralement être supportés sans accident, à une tension notablement plus élevée. La gravité des accidents dépend aussi, dans une certaine mesure, de l'état physiologique et de la prédisposition du sujet. Mais, d'une façon générale, les courants à haute tension peuvent produire des effets physiologiques graves, « foudroyer ou blesser grièvement toute personne qui, inconsciemment ou accidentellement, toucherait simultanément un conducteur d'arrivée et un conducteur de retour du courant; car il se produit à ce moment-là une dérivation au travers du corps de la personne qui établit ce double contact. Si même on ne touche qu'un seul conducteur, sans être parfaitement isolé du sol, on reçoit une secousse, car les conducteurs ne pouvant jamais être rigoureusement isolés, une partie du courant se dérive par la terre et par le corps de celui qui touche à l'un d'eux. »

« D'autre part, l'échauffement des conducteurs, la production de courts-circuits et des dérivations peuvent provoquer des incendies. »

(1) Extrait de lectures faites par E.-M. Schmidt, ingénieur en chef de l'Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise, à la Société Industrielle d'Amiens, les 31 janvier et 28 avril 1901, avec citations du rapport de M. Herscher, ingénieur des mines à Lille, au Congrès international de surveillance et de sécurité en matière d'appareils à vapeur en 1900. Et communication du Dr Foveau de Courmelles à la *Société Française d'Hygiène* du 13 décembre 1901.

« Il est donc indispensable de prendre des précautions pour éviter ces accidents. Les mesures préventives sont les suivantes :

Dynamos. — « Les machines dynamos électriques ne doivent pas être installées dans des locaux où peuvent pénétrer soit des substances explosives, soit des substances inflammables ; ces locaux sont réputés dangereux... »

« Les dynamos, surtout celles à courants alternatifs et à grand voltage, doivent être placées dans une salle spéciale et sur un plancher isolé électriquement, afin que l'ouvrier ne puisse les atteindre qu'en montant sur ce plancher isolé... »

« L'interposition d'une couche isolante de bois, entre la machine et son massif de fondation, est une bonne précaution. Il est convenable que le massif soit assez élevé, pour que le collecteur et les balais soient bien à la portée de la main. S'il était indispensable de placer la dynamo dans un local dit dangereux, elle devrait être protégée par une enveloppe en bois hermétique. »

« On doit prendre toutes les dispositions générales nécessaires pour qu'aucun objet métallique ne puisse mettre en contact les pôles opposés de la machine. Il est recommandé notamment de ne pas se servir, pour le graissage, de burettes en fer... »

« ... Les dynamos doivent, d'ailleurs, être tenues dans le plus grand état de propreté. »

En outre, pour éviter les accidents aux petites machines électriques, disséminées dans les ateliers, on peut « ... les envelopper d'une boîte, qui non seulement protège l'ouvrier, mais garantit aussi la machine des matières étrangères, et surtout des poussières métalliques, dont le grand inconvénient est de créer des dérivations et courts-circuits très dangereux. »

« Les transformateurs, utilisés pour transformer les courants alternatifs à très haute tension en courants de tension moindre et d'intensité plus grande, sont dangereux au même titre que les appareils générateurs de courants; aussi doit-on les placer dans les locaux dont l'accès soit permis seulement aux ouvriers chargés de les visiter. Cette précaution est d'autant plus facile à prendre qu'il s'agit d'appareils à organes immobiles et n'ayant, par conséquent, besoin ni d'être graissés, ni d'être surveillés pendant leur fonctionnement. »

Accumulateurs. — « Le local où sont disposés les appareils doit être parfaitement aéré; au moment de la charge et surtout à la fin, il se dégage un mélange détonant d'hydrogène et d'oxygène, qu'il faut immédiatement évacuer. Les lampes à arc, et en général les lampes à feu, doivent être proscrites de la salle des accumulateurs... Il faut aussi que le local où sont logés les accumulateurs soit fermé à clef, et qu'on n'y pénètre jamais avec une lumière à feu nu, ou avec une cigarette à la bouche... »

« Il est recommandé de porter des gants en caoutchouc pour les manipulations et des chaussures à semelles caoutchoutées pour la charge des batteries d'un grand nombre d'éléments, avec courants de haute tension; éviter de poser des outils sur les accumulateurs, pour ne pas créer de courts-circuits, aussi dangereux pour les ouvriers que pour les appareils; prendre des précautions dans le maniement du liquide sulfurique contenu dans les accumulateurs. »

Tableaux de distribution. — « Dans le cas où l'installation comporte des tableaux de distribution, les conducteurs reliant les machines au tableau de distribution doivent être isolés, et les tableaux écartés des

murs ou des cloisons en maçonnerie, par une couche d'air de 0^m08 au moins. Les attaches des câbles ou fils conducteurs doivent, autant que possible, être apparentes sur la face du tableau. Il est interdit de placer ces tableaux dans les locaux dits dangereux, sauf à les protéger efficacement, si l'on y est contraint. »

« On doit prendre aussi les dispositions générales nécessaires pour qu'aucun objet métallique ne puisse mettre les conducteurs en court-circuit. »

Débrayages. — Pour les dynamos, si une bobine d'induit vient à brûler par suite d'un court-circuit, ou si un échauffement exagéré quelconque nécessite un arrêt immédiat, il est essentiel que le conducteur de machine puisse interrompre les commandes de machines électriques, sans arrêter pour cela la machine motrice principale de l'établissement. Il est donc absolument recommandable d'interposer un débrayage sur la commande de chaque dynamo.

Ces débrayages sont, d'ailleurs, également utiles pour le cas où un accident surviendrait dans les ateliers et nécessiterait un arrêt immédiat des transmissions. Le moteur, en effet, quel qu'il soit, fera toujours un certain nombre de révolutions avant arrêt complet, tandis qu'un débrayage immédiat des transmissions peut préserver de la mort la victime d'un accident.

Pour répondre à ce but, les débrayages « doivent être facilement accessibles et être munis d'organes qui empêchent la partie débrayée de la transmission de se remettre inopinément en mouvement. »

Dangers électriques dans les rues et sur les routes.

Que de dangers dans le lacis de fils de traction, de fils téléphoniques et télégraphiques des villes avec les trolleys, fils qui peuvent se rompre, s'entremêler et déterminer de graves accidents. Les accidents de Madrid et de Liverpool rapportés tout récemment ont montré des morts affreuses et impressionnantes, on a vu une femme prise dans les fils se débattre dans les affres d'une agonie de 45 minutes, des flammes jaillir des cadavres... Ces accidents sont malheureusement un peu trop fréquents. Un correspondant très documenté du *News Wiener Tageblatt* publiait un article fort remarquable, où il donnait l'explication de ces faits et l'indication des précautions à prendre lors des sinistres. Pour les éviter, on peut, dit-il : 1° mettre sous terre les fils de traction ; 2° remplacer par des fils souterrains les fils téléphoniques et télégraphiques aériens ; 3° établir au-dessous des fils de traction un réseau qui empêche en cas de rupture des fils télégraphiques, de venir prendre contact avec eux, ou faire afficher dans chaque maison un avis d'éviter de toucher un fil téléphonique ou télégraphique qui vient de choir ! Si l'on est témoin d'un accident de ce genre, il faut se garder de toucher aux fils, tirer par leurs habits les personnes engagées, et écarter les fils avec une canne ou un morceau de bois sec.

— Si l'on veut conserver le trolley, il est de toute nécessité, dans l'intérêt du public à la sécurité duquel on doit avant tout veiller, de protéger les fils de traction contre les chutes des fils téléphoniques ou télégraphiques, et cela plus efficacement qu'on ne l'a fait

jusqu'alors? Bien des procédés ont été proposés, sans garanties du reste; si les conduites aériennes coûtent peu et sont d'un service sur lequel on peut toujours compter, cela n'intéresse vraiment que les entrepreneurs de traction; quant au public, il a le droit et le devoir d'exiger qu'on assure sa sécurité; il a même de plus le droit d'exiger qu'on n'enlaidisse pas comme à plaisir ses rues, ses places et ses boulevards, de cages hideuses de fils entrelacés, au-dessous des fils déjà existants, pour parer aux dangers de chute des fils de tractions et des fils télégraphiques et téléphoniques. On a, pour la traction, le procédé du 3e rail protégé (Geaton), il offre l'inconvénient d'être fort onéreux, mais le non moins immense avantage de ne pas exposer employés et voyageurs qui traversent la voie aux dangers d'une mortelle électrocution; avec son système, ce genre de mort, même avec la meilleure volonté, devient absolument impossible. Une sorte de bouclier recourbé, monté à l'extérieur, recouvre le rail et n'offre vers l'extérieur qu'une petite ouverture libre pour le passage de la tige horizontale du sabot qui prend contact avec le rail. Nous avons en France le caniveau souterrain et le 3e rail à découvert. Le système Geaton est un heureux système intermédiaire, moins cher que le 1er et moins dangereux que le 2e.

La majorité des lignes de transmission électrique qui ont été installées jusqu'ici appartiennent au système aérien, avec conducteurs découverts supportés sur des isolateurs en haut de perches; mais, dans beaucoup de circonstances, comme, par exemple, le passage à travers des villes très populeuses où les opérations se succèdent d'une façon continue, les conduits souterrains remplissent beaucoup mieux les conditions. Dans les forêts, on peut prendre pour *Isolateurs des arbres vivants*, et les Américains, gens pratiques y reviennent

pour combattre les détériorations rapides des poteaux qui, si bien injectés qu'ils soient, pourrissent fort rapidement, surtout dans la partie implantée en terre. La substitution complète du poteau-métal au poteau-bois (à laquelle on avait songé) est de toute impossibilité, comme prix de revient et comme danger de fulguration, étant donnée l'excessive conductibilité du métal. On a pris le juste milieu et voilà qu'en Russie on expérimente le poteau mixte, fer et bois. Toute la partie extérieure est en bois, comme précédemment, et ce bois est encastré par la base dans une sorte d'emplanture faite par 3 ou 4 étais métalliques; ces étais sont constitués par des fers cornières disposés en triangles, et sont mariés à leur partie supérieure par un cadre métallique; ils sont enterrés suffisamment pour former un solide appui au poteau de bois. Le système souterrain offre l'avantage de ne pas être exposé aux effets de la malveillance, les complications climatériques ne l'atteignent pas ou, du moins, dans une mesure bien minime, mais il échappe surtout, dans ce sens, aux effets de la foudre. Il n'a pas à subir des accidents tels que la chute des arbres, les ouragans, etc. Il y a cependant quelques côtés objectionnables dans l'emploi du système souterrain, où les fils ne sont pas toujours à l'abri de certaines causes de troubles extérieurs. Dans beaucoup de cas, spécialement dans les grandes villes, le terrassier en creusant des tranchées, soit pour l'eau, soit pour le gaz, donne un coup de pioche à travers un conduit ou dans un câble et détruit ainsi l'isolation. Mais il est très rare qu'un conduit bien établi puisse être détruit, car il est assez peu probable qu'un homme soit assez borné pour ne pas penser qu'en rencontrant une résistance quel conque, que celle-ci est là dans un but déterminé et ne continue pas son travail sans certaines précautions.

Un des cas les plus fréquents d'interruption dans les conduits souterrains c'est celui qui se produit sur le conducteur lui-même; quoique les câbles soient généralement établis avec beaucoup de soin, on n'est pas sans commettre assez fréquemment certains défauts de construction et il est souvent peu facile de reconnaître l'emplacement précis où les accidents se produisent, surtout sur les lignes à longue distance. Pour cette raison, ces lignes doivent être divisées en sections relativement peu éloignées par des relais, et en cas de troubles dans les transmissions, il est alors beaucoup plus facile de reconnaître là où un accident s'est produit. L'électrolyse est souvent cause de bien des troubles, en détruisant l'enveloppe de plomb, découvrant l'isolation et en produisant ainsi bien des dégâts. On peut obvier assez facilement aux conséquences de l'électrolyse, et, en prenant les précautions nécessaires, on peut l'éliminer presque complètement. Les décharges statiques sur les câbles à longue distance ou d'une grande épaisseur causent souvent des troubles qui sont généralement dus à ces isolations défectueuses, toutes ces lignes devraient être pourvues de dispositifs spéciaux capables de laisser échapper la décharge. Même sur des lignes qui n'ont pas plus de quelques milles de longueur, on rencontrera des décharges de ce genre, lesquelles, quoique légères et à peine sensibles, amèneront, par la suite, des troubles assez sérieux. L'endroit le plus fréquent où cela peut se produire, c'est vers les extrémités des câbles, là où s'arrête l'enveloppe de plomb, là, il peut se produire des décharges entre le plomb et le conducteur, lesquelles entraînent la rupture de l'isolation. (*Bulletin International de l'Electricité*).

L'emploi du sel pour faire fondre la neige n'est pas sans un certain nombre d'inconvénients, notamment

sur les lignes de tramways à contact superficiel. Sur ces lignes, l'électricité arrive aux tramways par des pavés métalliques, qui sont noyés dans une masse isolante. Dans le système Diatto, en particulier, on a pris comme isolant un cube d'asphalte ayant environ 0m 40 de côté. Lorsque le pavé est électrisé, ce qui n'arrive qu'au moment où il est couvert par la voiture, l'électricité ne peut s'échapper pour gagner les rails, ayant à traverser d'abord l'asphalte, puis la partie de la chaussée comprise entre l'asphalte et le rail, partie qui, en temps ordinaire, est elle-même assez isolante. Lorsqu'il pleut, le bloc d'asphalte intervient surtout, et encore doit-il se produire des déperditions à la surface. Or, pour consolider ce bloc et bien fixer sa position par rapport aux rails, on l'a muni d'une ceinture métallique qui vient se boulonner sur ces derniers. L'électricité superficielle, quand elle se produit par mauvais temps, peut donc facilement gagner les rails par cet entretoisement. Si, au lieu d'avoir simplement de la boue ou de l'eau, on se trouve en présence d'un mélange d'eau, de boue et de sel, on a une substance infiniment plus conductrice à cause du sel. On pourrait donc craindre, dans ce cas, des dérivations excessives d'électricité. Aussi, pendant la dernière chute de neige à Paris, a-t-on pris le parti de suspendre radicalement la circulation des tramways à contacts superficiels.

— Dans le mode de traction par plots, l'appareil nécessaire à la mise en circuit est en entier contenu dans chaque touche métallique. La voiture est munie d'électro-aimant, qui aimante la barre qui lèche la touche. Cette touche aimantée par influence attire une tige logée dans une cuvette pleine de mercure où chemine le courant principal. En se soulevant, la tige

ferme le circuit, et le courant agit sur le moteur de la voiture, puis il revient par le rail à son point de départ. Le plot se désaimante à ce moment par suite du retour de la tige dans la cuvette. Les fréquents accidents résultent de la persistance d'aimantation du plot ; ils ont inspiré à M. Simoni un système dont la simplicité n'a d'égale que la constance et la sécurité de son fonctionnement : sous le pavé métallique, entre la tige mobile et le plot, il interpose un ressort antagoniste qui est isolé à ses deux extrémités et dont la puissance est calculée de telle sorte qu'il est suffisamment résistant pour éloigner la tige du plot dès que le frotteur est passé, et pourtant assez doux pour laisser se produire le contact de la tige et du plot quand le frotteur touche le pavé métallique.

Dans l'application des systèmes de traction électrique à contacts à fleur de sol, comme le tramway si souvent neuf (Lilas-Opéra)(1), un inconvénient se présente dans la traversée des aiguillages-croisement de lignes, etc. Le frotteur destiné à recueillir le courant vient produire des courts-circuits avec nients : 1° production d'une voie peu solide, — 2° obtention d'un isolement très imparfait, car il est fonction de l'isolement des traverses, et des rails. La séparation de cette partie de la voie au moyen de sections isolées suppor-

(1) La chaussée de la rue du Quatre-Septembre à Paris, et les chevaux n'y seront plus foudroyés par les surprises de l'électricité. Une équipe d'ouvriers enlève, en ce moment, les entretoises qui maintenaient l'écartement des rails à proximité des plots. L'enquête a prouvé, en effet, que ces entretoises métalliques étaient l'unique cause des courts-circuits et des accidents si souvent constatés. On en sera quitte pour les transporter un peu plus loin de la prise d'électricité, c'est-à-dire du plot. Mais ce remaniement de la voie ne laisse pas d'être coûteux. Il ne reviendra pas à moins de 15,000 francs le kilomètre.

tées par des traverses en bois non reliées mécaniquement, entraîne avec elle divers inconvénients ; pour y obvier, la Société Daltar a imaginé de découper la partie supérieure des rails aux endroits où l'on veut obtenir un isolement électrique, et de les supporter, de les réunir métalliquement à la manière ordinaire, de façon à obtenir un tout homogène et solide.

— M. Holzmann décrit dans l'*Eclairage électrique* un système nouveau *de connecteur ou raccord*, pour les voies électriques. Ce raccord présente cette particularité qu'il laisse libre le jeu produit par la dilatation des rails. Il consiste en un bouchon métallique vissé d'une part dans un épaulement ménagé à l'extrémité d'un rail et s'engageant à frottement dur dans une douille reliée à l'autre rail. Pour donner à ce raccord une flexibilité suffisante et assurer un contact aussi bon que possible, l'extrémité du bouchon est fendue et les deux parties peuvent être serrées par une vis d'ajustage.

— M. Léo Bachelin, lui, a songé à un dispositif de *contact souterrain à mercure* pour chemins de fer et tramways électriques à sections, et caractérisé, d'une part, par une boîte fermée en métal diamagnétique et inattaquable par le mercure, renfermant dans sa partie inférieure une cuvette en matière isolante, telle que par exemple de l'ébonite, destinée à recevoir du mercure et à travers laquelle pénètre le conducteur d'amenée du courant, et, d'autre part, par un flotteur en une matière isolante telle que de l'ébonite, placé à l'intérieur de ladite boîte et renfermant dans sa partie inférieure destinée à venir plonger dans le mercure, une pièce en fer doux sur laquelle peut être exercée une attraction magnétique par une bande en fer doux,

qui entoure la boîte de manière à ce que les extrémités libres soient placées en regard l'une de l'autre sous le fond de la boîte et qui peut être aimantée par une action magnétique émanant du véhicule à alimenter de courant.

— Une *Disposition de prise de courant aérienne* a été présentée par la Société Hillairet et Cie. (Même *Bulletin*). La prise de courant se compose essentiellement d'un cadre rigide formé de deux montants principaux convenablement entretoisés et fixés par des bielles d'articulation à la voiture, à l'abri de la locomotive, ou, d'une façon générale, à l'appareil mobile devant recevoir le courant d'une source quelconque d'énergie électrique. Ce cadre portant à la partie supérieure le ou les flotteurs définis plus loin, isolés de la masse, est sollicité à s'appuyer constamment sur le ou les conducteurs par un ressort ou par un contrepoids. On règle à volonté l'appui sur les conducteurs, suivant les intensités des conducteurs employés, on peut adopter : *soit* un fil métallique relié aux montants par des ressorts isolés de la masse; *soit* un ou deux paquets de toile métallique serrés entre une platine isolée de la masse et des contre-platines; la toile dépasse la monture de façon à présenter sur le ou les conducteurs la plus grande surface de contact possible; *soit* un ou deux galets coulissant sur un axe isolé de la masse : de cette façon le galet peut en se déplaçant suivre le correspondant lors même que celui-ci n'est pas toujours parallèle à l'axe de la voie. Dans le cas du fil comme dans celui de la toile métallique, le ou les conducteurs peuvent ne pas être toujours parallèles à l'axe de la voie. La longueur des frotteurs doit tenir compte du plus grand écart entre les deux directions.

— Donnons encore un résumé du brevet d'un *enrobage incombustible pour les conducteurs électriques*, pris par Mlle Adrienne-Marguerite Petit et M. Joseph Bourgeaud (Même *Bulletin*). Les conducteurs électriques sont, comme on le sait, isolés les uns des autres au moyen d'enveloppes *en para* recouvertes de coton ou de soie. Malheureusement, ces enveloppes prennent facilement feu, d'où il en est résulté déjà bien des accidents. Etant complètement incombustible, le nouvel enrobage remédie donc aux accidents occasionnés par l'inflammation des enveloppes des conducteurs électriques. D'après l'invention, il est opéré de la façon décrite ci-après : Autour du conducteur électrique, lequel peut être formé d'un ou de plusieurs fils, on dispose l'enveloppe isolatrice *en para* sur l'enveloppe en coton ; autour de cette gaîne isolatrice en para, on enroule maintenant une bande d'amiante. Si l'on veut donner aux conducteurs électriques une apparence extérieure analogue à celle qu'ils accusent actuellement, les inventeurs se réservent de disposer par dessus l'enveloppe d'amiante une enveloppe en soie, en coton ou en fil qu'ils rendront incombustible en la trempant dans une solution ignifuge quelconque. De même les inventeurs se réservent de tremper aussi dans une solution ignifuge, la première enveloppe en coton, s'ils jugent cette précaution appropriée.

— Pour les *victimes de l'électricité*, il existe maintenant un certain nombre de précautions officiellement prescrites.

Aimé Witz n'a-t-il pas écrit cette phrase qui donne le frisson : « Les machines statiques tuent mal un lapin ; les dynamos, donnant des milliers d'ampères sous la tension de quelques milliers de volts, tueraient un éléphant. » Les courants industriels à haut voltage

tuent aussi facilement que la foudre. Witz donne le conseil que nous devons encore suivre à la lettre : « En présence d'une installation électrique, mettez vos mains dans vos poches et ne les sortez sous le moindre prétexte. » Trolley, plots, qu'ils soient souterrains ou aériens, tous les messagers de l'énergie électrique ont leurs dangers, et les compagnies doivent être soucieuses d'une installation offrant toute sécurité.

Le préfet de police adresse aux commissaires de police des instructions relatant les secours à donner aux victimes de l'électricité, rappelant les sages instructions du ministre du Commerce, des Postes et Télégraphes sur la proposition du Comité d'électricité et que nous reproduisons ici : « Lorsqu'une personne est atteinte par la chute ou le contact d'un fil électrique, les témoins ne doivent pas, en aucun cas, toucher le fil électrique avec les mains. Il importe de séparer la victime du fil électrique aussitôt que possible, en se servant pour cela d'un morceau de bois sec (manche à balai, par exemple). Cette opération doit être faite avec de grandes précautions. Avec le même morceau de bois, on écartera le fil, s'il gêne la circulation. Ensuite on doit courir à l'usine électrique, à la mairie ou au poste téléphonique le plus voisin pour faire arrêter le courant et prévenir le médecin qui traitera la victime exactement comme un noyé.

Très judicieusement, le préfet de police insiste auprès des commissaires pour que toute la publicité possible soit faite autour de ces utiles recommandations : « L'avis dont je viens de vous donner le texte doit être, par les soins des industriels intéressés, affiché sur les poteaux des lignes d'énergie et dans tous les endroits où la chute accidentelle d'un conducteur électrique pourrait le mettre à la portée de la main. Ainsi qu'il est dit dans l'instruction, le médecin doit traiter la

victime d'un accident exactement comme un noyé, mais les assistants ne devront pas attendre l'arrivée du médecin pour donner des soins au foudroyé. Il sera donc utile de faire connaître ces premiers secours, qui ont été ainsi déterminés par le Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine, dans sa séance du 9 juillet 1897. On transporte le patient à quelque distance de l'accident, on dégage son cou et sa poitrine et l'on s'efforce de provoquer le retour de la respiration par l'une des méthodes suivantes : Tractions rythmées de la langue ; respiration artificielle. Il conviendra de procéder toujours aux tractions rythmées de la langue en appliquant en même temps, s'il est possible, la méthode de la respiration artificielle, électrisation du nerf phrénique. »

Saturnisme électrique.

En 1900, l'*Année électrique* a signalé la colique de plomb des ouvriers employés à la fabrication des accumulateurs. Cette année, le docteur Proust a observé quatre cas nouveaux de saturnisme chez des ouvrières appartenant à la même usine d'accumulateurs électriques pour automobiles.

Le travail de ces femmes, âgées de dix-huit, dix-neuf, vingt-cinq et trente-neuf ans, qui sont malaxeuses, frappeuses ou alézeuses, consiste à enduire d'une pâte à base d'oxyde de plomb de petites baguettes de plomb, à les frapper dans un moule ou à enlever les bavures de ces baguettes en les passant dans un anneau. Elles sont entrées à l'usine en excellente santé, et, au bout de six semaines à deux mois, elles ont éprouvé les symptômes des « coliques de plomb », tant redoutées des peintres. Elles ont été prises d'inappétence et de constipation ; puis sont survenues des nausées,

des douleurs abdominales d'une telle violence qu'elles ont dû être transportées à l'hôpital où elles ne pouvaient supporter même un cataplasme sur le ventre. L'une des malades est sortie de l'hôpital après un traitement de quinze jours, se croyant guérie. Elle a dû y retourner bientôt. Les dangers courus par les ouvrières travaillant dans la fabrication des accumulateurs ne sont pas inconnus des industriels, et la Société qui emploie les quatre malades en question paraît s'en être préoccupée. En effet, un médecin vient chaque semaine pour examiner les malades, et on donne à toutes les ouvrières, même bien portantes, tous les jours, du miel soufré, des pastilles pectorales, des pilules de fer et un demi-litre de lait. Il leur est, de plus, recommandé de se laver les mains avec soin (on leur fournit du savon noir pour cela), de se brosser les dents et de se laver la bouche; enfin, elles ont tous les quinze jours un bain sulfureux. Et, malgré tous ces soins, ces malheureuses ouvrières tombent généralement malades au bout de deux ou trois mois.

La colique des électriciens n'est d'ailleurs pas une maladie nouvelle. Dans une seule usine, à Hagen, on a observé en 1894, 37 cas sur 252 ouvriers, et dans une autre, près de Wiesbaden, 12 cas sur 90 ouvriers. D'après une enquête faite en Suisse et en Allemagne, les ouvriers « malaxeurs » atteints de saturnisme seraient dans la proportion de 30 0/0; les ouvriers qui soudent les électrodes seraient atteints dans la proportion de 37,5 0/0; ceux qui taillent les électrodes et les plaques, dans la proportion de 30 0/0. La proportion est moindre pour ceux qui nettoient les plaques de plomb (13,3 0/0) ou qui les soudent (10 0/0). Les moins atteints sont ceux qui chargent les électrodes (8,3 0/0).

Enfin, en France, sur une trentaine de malades at-

teints de coliques de plomb que le docteur Talamon a reçus dans son service de l'hôpital Bichat en 1899, une bonne moitié s'observait chez les électriciens, le reste se partageait entre des peintres, des plombiers et des typographes, etc. Les auteurs ont remarqué que la colique des électriciens se distingue des autres coliques de plomb par la précocité, par l'intensité et par la fréquence des crises.

CHAPITRE XI

ÉLECTRICITÉS DIVERSES[1]

Ondes hertziennes des orages. — Aurores boréales et rayons X. — Parafoudre. — L'artillerie contre la grêle. — La houille blanche ou l'électricité par l'eau de la mer. — L'électricité par le soleil. — Electricité végétale et électroculture. — Conductibilité électrique des eaux minérales.

Ondes hertziennes des Orages.

L'influence que les tempêtes orageuses exercent à des milliers de kilomètres sur les personnes affectées de certaines maladies nerveuses, et cela bien avant que les instruments annoncent l'approche du phénomène atmosphérique, avait induit M. F. Larroque à penser que les ondes hertziennes émises par les massifs orageux étaient susceptibles de parvenir par propaga-

(1) *Electricités diverses* ou *électricités de sources diverses* voir la *préface*.)

tion successive (relais) à des distances énormes en suivant la moyenne et la haute atmosphère, et devaient ainsi contribuer à l'extension des troubles atmosphériques et provoquer les états nerveux que l'on constate chez certains sensitifs. Avec le dispositif suivant, qui réalise un système élémentaire de télégraphie sans fil, il est parvenu à vérifier l'exactitude de ces prévisions. Considérant un massif orageux en convection d'un côté avec la terre, et de l'autre avec la moyenne et la haute atmosphère comme *poste transmetteur*, il a simplement constitué un *poste récepteur* au moyen d'un plateau horizontal en zinc, de 40 centimètres de diamètre, exposé à l'air libre et relié à une prise de terre par un fil en cuivre de 1 millimètre de diamètre, lequel traverse une chambre murée et obscure, à l'intérieur de laquelle il présente une solution de continuité pourvue d'un micromètre à étincelles. On observe les étincelles sans grossissement. Pendant le grand trouble atmosphérique de ce mois de juin 1901, plusieurs séries d'observations nocturnes ont été faites. Citons-en deux : celle qui, au début de la tourmente en Europe, coïncida avec l'orage de neige signalé sur les Grampians (Ecosse), et une autre effectuée durant un orage qui, dans la nuit du 18 au 19, était, du département des Alpes-Maritimes, visible sur la Corse. Dans les deux cas, le ciel était parfaitement serein au lieu des observations.

Aurores boréales et Rayons X.

La formation des nuages et les courants magnétiques qui en résultent sont indiscutables. Le professeur Birkeland qui, il y a deux ans, avait été envoyé par le gouvernement de Norvège à Bosekop, petite ville de la province Finnmarken, avec la mission de procéder

à des investigations concernant la nature de l'aurore boréale, vient de publier les résultats de ses recherches. Le rapport est d'un intérêt soutenu et abonde en points de vue nouveaux et inattendus. M. Birkeland prouve, par exemple, que les petites variations que l'on observe dans les manifestations du magnétisme terrestre se montrent non seulement de la même façon, mais encore au même moment aux endroits même les plus éloignés les uns des autres. L'aurore boréale a, d'après la théorie du savant norvégien, son origine dans le fait qu'une partie des rayons cathodiques issus du soleil est absorbée par les couches extrêmes de l'atmosphère terrestre. (On sait que les rayons cathodiques sont des ondes d'éther comme les rayons lumineux ordinaires, mais qui ne sont visibles qu'en partie quand on fait traverser un tube de verre vide d'air par un courant électrique; la partie non visible des rayons cathodiques constitue les fameux rayons X). M. Birkeland a réussi à reproduire, dans certaines conditions, en projetant en l'air des rayons cathodiques obtenus par ses appareils, des aurores boréales d'un effet naturel tel que tous ceux qui ont vu de vraies aurores boréales en sont, paraît-il, émerveillés. D'après la même théorie, la formation des cirrhus, petits nuages dans les couches supérieures de l'atmosphère, s'explique par l'intervention des courants électriques qui constituent le magnétisme terrestre. Ces découvertes sont appelées à provoquer une révolution dans la météorologie. On y trouve la preuve que les phénomènes magnétiques ont une influence sur les changements de temps, que l'on ne soupçonnait pas jusqu'à présent. Dans l'avenir, on établira sans doute des observations magnétiques conjointement avec les observations météorologiques existantes. (*Le Matin.*) (Mêmes constatations, A. Fortin, 1880.)

Parafoudre.

Une série de petites plaques sont superposées : une plaque de cuivre, une de charbon, une de mica percée d'une infinité de petits trous, deux autres plaques de charbon séparées par une rainure. Le tout, enfin, recouvert d'une plaque d'ébonite, est réuni par une tige que maintient une vis solide. La plaque de cuivre est reliée à la terre et les lamelles de charbon sont attachées l'une à un fil de l'appareil, et l'autre à un fil de la ligne. En cas d'orage, le courant passe par les trous de la plaque de mica et va à la terre par la plaque de cuivre et le fil de terre. Avec cet appareil, des nettoyages fréquents sont néanmoins nécessaires, car des parcelles de charbon peuvent se détacher de la plaque des deux charbons, boucher les trous de la plaque de mica et intercepter l'écoulement à la terre.

L'Artillerie contre la Grêle.

M. W.-L. Moore, chef du bureau météorologique des Etats-Unis, a donné son opinion sur la valeur du tir du canon contre la grêle. Voici, d'après *Monthly Weather Review* un extrait de cet avis :

« Le procédé consiste à envoyer des anneaux tourbillonnants de fumée et d'air vers les nuages; mais le plus puissant canon *Stiger* qui ait été employé n'envoie pas ces tourbillons à plus de 360 mètres au-dessus du sol et n'atteint par conséquent pas les nuages. A cet égard, le météorologiste autrichien distingué, *M. Pernter*, a déclaré que si l'idée pouvait avoir une valeur quelconque, il fallait au moins se servir d'appareils beaucoup plus puissants. Mais il n'y a pas évidence satisfaisante que la canonnade ait une influence quel-

conque sur la grêle; théorie et pratique sont d'accord à ce sujet. Théoriquement, *M. Stiger* avait imaginé que la grêle se forme dans des régions tranquilles de l'atmosphère où l'humidité atmosphérique peut cristalliser en gros cristaux d'une manière analogue à ce qui se passe dans la formation des gros cristaux de sel dans une solution liquide. Mais c'est là une idée folle, il n'y a pas de régions tranquilles dans l'atmosphère, et les grêlons ne sont pas des cristaux, mais des masses de glace dont une structure partiellement est faiblement cristalline. Les cristaux parfaits des flocons de neige sont formés dans l'air en mouvement; la base théorique de l'influence de la canonnade sur la grêle fait donc entièrement défaut. Après examen de tout ce qui a été publié durant ces deux dernières années, ma conviction est que nous avons affaire à une illusion populaire aussi remarquable que la croyance à l'action de la lune sur le temps. Les paysans mal instruits d'Europe ont une tendance à croire au merveilleux; ils aiment mieux croire à l'efficacité de la canonnade et dépenser beaucoup d'argent, de temps et de peine pour sa mise en pratique, que de recourir à l'expédient très simple de l'assurance mutuelle contre les pertes inévitables que cause la grêle. »

En revanche, rappelons que l'an dernier nous avons parlé des intéressantes expériences faites en France, en Autriche et particulièrement en Italie, avec des canons paragrêles, pour la protection des récoltes. Un inventeur italien, M. Maggiora Blanchi, de Turin, vient d'essayer avec succès un nouveau système de canon à acétylène dont le congrès international de Padoue, tenu le mois dernier, a reconnu la supériorité sur tous les autres engins similaires. Le canon dont il s'agit se compose essentiellement d'un cône métallique ayant pour objet de faire converger vers les nuages et à

la hauteur voulue, les lignes de force destinées à les ébranler. Sous ce cône est placé un cylindre de fer dans lequel on fait pénétrer le gaz acétylène nécessaire à l'explosion. Le mélange détonant, qu'on obtient très facilement en réglant, une fois pour toutes, la manette d'introduction, est formé de 12 litres de gaz pour 135 litres d'air. Au moyen d'un appareil de manœuvres électriques très ingénieuses, le canon se charge et se décharge automatiquement. D'après l'inventeur, alors qu'avec 80 grammes de poudre noire, — ancien système, — on n'obtenait que 180 litres de dégagement gazeux, le canon à acétylène dégage 1.640 litres à chaque coup et produit donc un courant d'air neuf fois plus fort, partant beaucoup plus efficace contre la grêle.

Donnons enfin cette méthode de *G.-M. Stanoïévitch*, de nature électro-sonore, pour combattre la grêle : Il paraît démontré, dit-il, que les perturbations de l'état moléculaire d'un nuage à grêle, produites par une ou plusieurs ondulations, peuvent empêcher la formation de la grêle. Ces perturbations sont produites par des tores gazeux, envoyés dans le nuage par des tirs de canons grandinifuges. D'après les recherches de *MM. Pernter*, directeur de l'observatoire météorologique de Vienne, et *Trabert*, la hauteur du projectile gazeux, dans les cas les plus favorables, ne dépasserait pas 400 mètres. Il s'ensuit que le dérangement de l'état d'équilibre dans le nuage peut être produit quand la hauteur du nuage ne dépasse pas 400 ou 500 mètres et que, dans les cas où les nuages à grêle sont plus élevés, l'action du tir est plus ou moins sans résultat. Par ce fait, entre autres, on peut expliquer les résultats contradictoires présentés au Congrès de Padoue, les 25 et 27 novembre 1900. En effet, dans le cas des orages d'une violence exceptionnelle, les nuages à grêle, venant de loin, sont ordinairement très élevés et le tir ne

peut avoir sur eux qu'une action très faible ou nulle. Le tore gazeux, envoyé de la surface de la terre, arrivant dans le nuage quand il est déjà presque au bout de ses forces, et ses effets ne pouvant pas être considérables, au moins dans beaucoup de cas, M, Stanoïévitch considère comme préférable de provoquer une forte vibration aérienne dans les hauteurs, de placer la source qui produit les perturbations dans le sein même du nuage ou à peu près. Pour cela, il faudrait, dit-il, attacher, soit à un cerf-volant (semblable à ceux qui sont employés dans la météorologie moderne pour le sondage de l'air), soit à un petit ballon captif, une forte sonnerie ou sirène électrique, à son grave ou aigu, et produire dans le nuage lui-même des vibrations aériennes beaucoup plus fortes que celles qui sont apportées par les tores. En pouvant changer à volonté la hauteur du ballon, on se placera toujours dans les meilleures conditions. Le ballon ou cerf-volant sera attaché par un fil d'acier, accompagné de deux fils de cuivre ou d'aluminium isolés, qui conduiront le courant d'une batterie placée sur le sol. On pourra aussi faire monter la batterie, si la force ascensionnelle du ballon est assez grande.

— Le Dr E. Vidal, d'Hyères, a pu, et maints autres expérimentateurs, sur ses indications, cette année, en lançant des fusées dans des nuages orageux, arrêter la grêle et la transformer en pluie. (1)

Il y a mieux encore, c'est d'essayer de capter à 4,000 mètres d'altitude l'électricité contenue dans les nuages, projet transmis à l'Académie des sciences le 23 novembre 1894, et présenté le 26 mai 1900 à la

(1) Ces expériences multiples très concluantes sont décrites tout au long dans la *Chronique médicale* du Dr A. Cabanès, des 1er novembre et 1er décembre 1901.

Commission de l'Exposition universelle. Le résultat à obtenir serait : 1° de préserver de la grêle et des coups de foudre toute une contrée ; 2° de mettre à la disposition du commerce et de l'industrie des accumulateurs chargés par l'électricité provenant de ces nuages. Pour arriver à ce résultat, il suffirait d'établir dans un parc une batterie d'accumulateurs électriques « munis d'isolateurs qui en permettraient sans danger la manœuvre » en contact direct avec une chaîne de 4.000 mètres de longueur, s'enroulant sur un treuil, laquelle, conductrice d'électricité, dont une des extrémités serait portée à 4.000 mètres de hauteur au moyen de ballons « échelonnés de 200 en 200 mètres » qu'elle rendrait captifs, traverserait ainsi les nuages, serait en contact avec eux ou à leur proximité. Le fluide électrique n'abandonnant pas un corps bon conducteur tel que le serait une chaîne métallique établie dans de bonnes conditions, il en résulterait que toute l'électricité contenue dans les nuages s'écoulerait par cette chaîne jusqu'à son point d'attache : c'est-à-dire la batterie des accumulateurs auxquels, pour prévenir tout accident en cas de surabondance d'électricité, serait fixé à chaque extrémité un paratonnerre communiquant à une armature métallique en communication avec la terre ; cette armature, entourant à une faible distance la batterie desdits accumulateurs ou placée au-dessous, assurerait par le système de paratonnerre dont il est question ci-dessus l'écoulement à la terre du surcroît d'électricité après saturation des accumulateurs composant la batterie. (*L'Electricien*).

Electricité marine.

Depuis longtemps, on s'est préoccupé de voir inutilisée cette force immense de l'Océau dont le flux et le reflux éternellement constants, élève et abaisse le niveau de la mer, dont les vagues, en s'avançant, montent et descendent, produisant un mouvement régulier (p. 116).

En cherchant un moteur automatique pour signal sonore, MM. Hancock Banning et Frank Carey sont arrivés, eux, à utiliser les vagues, et une cloche peut sonner 16 fois par minute (baie d'Avalon), par un temps calme. La puissance génératrice serait d'un dixième de cheval-vapeur.

Pour utiliser la force des marées sans que les frais d'exploitation viennent grever le résultat cherché et de l'appliquer pour l'élévation de l'eau marine elle-même, si utile dans l'organisation sanitaire et hygiénique des villes qui en seraient à proximité, il faut faire marcher automatiquement un levier. M. Esquillot, ébéniste à Biarritz, observant les mouvements agités de la mer, s'est donc préoccupé d'en utiliser la force laissée aux caprices de la nature sans application et sans profit, et il a conçu un *élèvateur marin*, élevant l'eau par l'eau elle-même, au moyen de divers systèmes qu'il a cherché à simplifier dans le sens le plus pratique possible et le plus économique. On pourrait ainsi établir une machine élévatoire en se servant d'un énorme flotteur qui, placé sur les vagues, en suivrait le mouvement et, s'élevant et se rabaissant, serait rattaché à un levier mobile qui communiquerait lui-même avec une armature de hauteur déterminée, fixe et actionnant deux poulies dentées placées l'une en bas, l'autre en haut, qui feraient monter une

chaîne sans fin à laquelle seraient adaptés une suite de godets destinés à puiser l'eau, à l'élever et à la déverser sur une conduite aboutissant à un réservoir. On pourrait aussi, supprimant la chaîne et les godets, rattacher le levier aux pistons d'une pompe aspirante et foulante qu'il actionnerait pour élever l'eau et la refouler à la distance et à la hauteur voulues. On pourrait encore, simplifiant le système d'après l'expérience du mouvement de la mer et des vagues, obtenir le va-et-vient d'un levier au moyen d'une planche de dimension mesurée et méthodiquement placée, que les vagues, à toute heure des marées, feraient aller et venir dans le va-et-vient en avant et en recul, déterminant le fonctionnement d'une force calculée et appliquée à une pompe aspirante et foulante. C'est à ce dernier système que l'inventeur semble s'être arrêté pour le faire expérimenter. On sait quels services pourrait rendre une semblable installation d'un mécanisme simple, marchant nuit et jour, sans frais pour ainsi dire et sans surveillance. L'utilisation de l'eau de la mer est grande, en effet : établissements de bains, arrosage des rues, nettoyage des égouts, secours en cas d'incendie, applications diverses. Cette énergie pourrait également produire de l'électricité, comme le moteur à vapeur, et, à ce titre, nous avons tenu à les indiquer.

Les actions chimiques de la mer (*Année Electrique*, 1900, p. 223) produisent des courants. En voici une confirmation d'après *La Nature :* Il s'exerce, sur les coques de navires, une action galvanique intéressante à examiner. Nous parlons, dit-elle, des coques qu'on munit d'un doublage en cuivre pour permettre au navire de demeurer plus longtemps à flot sans avoir besoin de passer au bassin, les herbes et les coquillages se fixant beaucoup moins sur ces parois de cuivre. On

vient de constater, et sur le croiseur anglais *Ariane* et sur le *Spartiate,* que l'action galvanique due au sel marin prend souvent une importance véritablement désastreuse. On a remarqué, en effet, que les boulons qui solidarisent le soufflage en bois et la coque en acier étaient tellement rongés, que des rentrées d'eau réellement énormes se faisaient à l'intérieur du navire, au point qu'on se demandait même si une soupape n'était pas demeurée ouverte. Le mal commence (et alors il se poursuit avec une rapidité inouïe) quand les boulons se mettent à laisser filtrer un peu d'eau de mer entre le soufflage et la coque, le couple galvanique se forme, et les corrosions deviennent rapidement fort dangereuses.

Le *pouvoir hydraulique des chutes du Niagara* est admirable pour les riverains, comme nous avec les Alpes. La force totale de ces chutes s'élève à 75.000 chevaux-vapeur, dont chacun sert au moins à deux reprises, ce qui représente un total de 225.000 chevaux-vapeur. Dans la partie montagneuse du continent, les petites rivières abondent également, et leur force totale n'est guère au-dessous de 225.000 chevaux-vapeur. Ainsi, il y a, dans cette partie des Etats-Unis, une force hydraulique de 500.000 chevaux-vapeur, desservant une population d'environ 50 millions d'individus. Mais ce ne sont là, pour ainsi dire, que les forces secondaires des montagnes et des vallées. Le Niagara est toujours la puissance principale qui semble absorber toutes les autres et qui en renferme quatre fois la force. Les données publiées par le *Bureau des relevés géométriques des Etats-Unis*, en 1875, démontrent qu'il coule environ une quantité de 285.000 mètres cubes d'eau par minute au-dessus des chutes. En multipliant ce chiffre par 64 mètres, hauteur de la chute moyenne, on arrive à une force totale de 3 millions de chevaux-

vapeur, force immense, qui suffirait aux besoins économiques d'une population de *deux cents millions d'âmes*.

Le Soleil producteur d'Electricité.

Le 24 décembre 1900, un appareil photothérapique très simple était présenté à l'Institut par MM. Foveau de Courmelles et Trouvé (Voir *Photothérapie*) ; comme Archimède, les auteurs plaçaient leur source d'énergie au foyer d'un réflecteur parabolique (1); inversement, Mouchot a pu faire converger le soleil au foyer où se trouvait le milieu à chauffer; le soleil peut encore être dirigé par un réflecteur à miroirs multiples comme un phare, et un appareil fondé sur ce principe existe. Au bout d'une heure, un bouilleur se trouve chauffé à blanc. La vapeur produite sous une pression très élevée passe dans le moteur par un tube flexible en bronze phosphoreux, et retourne du condenseur au bouilleur sous forme d'eau. L'appareil est graissé automatiquement et fonctionne constamment dès que le réflecteur tourne, sans aucune surveillance, absolument comme un moulin à vent. La température théorique que devraient donner les 1.688 miroirs par la superposition de leur action n'est pas atteinte, mais un homme qui se trouverait dans le champ d'action de l'appareil serait littéralement carbonisé en quelques secondes. Le cuivre est fondu en un temps très court et une bûche de bois mise au foyer brûle comme une allumette. Le succès de ce moteur est incontestable, étant donné le travail qu'il produit comme élévateur d'eau, démontrant la possibilité d'une irrigation très bon marché et d'un grand débit. Il donne de 10 à

(1) Le procédé Cooper Coles permet de faire électrolytiquement et d'emblée ces miroirs.

15 chevaux, et peut être utilisé à produire de l'électricité. Ce moteur solaire est le résultat d'un grand nombre d'essais entrepris par un groupe de capitalistes de Boston. Le premier construit avait un réflecteur en argent; il avait coûté énormément d'argent et dut être abandonné. Le suivant fut construit après la machine d'Evicsson de 1884, mais elle fut manquée. Le troisième moteur établi à Longwood fut également raté. Un quatrième essai fut tenté à Denver qui fut un demi-succès produisant la moitié du travail de celui que fait le modèle récent de Pasadena. Finalement, ce dernier modèle fut un succès complet; on en verra la reproduction à la prochaine exposition pan-américaine. Les régions où ont été faits les essais ont influé beaucoup sur le résultat final; car, évidemment, la sécheresse et le prix des combustibles devaient entrer en ligne de compte. Les inventeurs se préoccupent maintenant d'augmenter la puissance effective des moteurs, de produire des groupes de moteurs donnant la puissance voulue. On voit l'influence que peut avoir cette étude des moteurs solaires utilisés pour produire de l'électricité, actionner des pompes dans les saisons arides, sans combustibles, où se trouvent à peu de distance du sol des couches d'eau importantes qui permettent alors d'irriguer la surface et de transformer le désert en oasis riches et fertiles.

Electricité végétale.

Les extraits de la houille sont justement abandonnés; une heureuse tendance tend à substituer de plus en plus aux anciens médicaments polypharmaques, et aux trop récents composés de couleurs d'aniline, des principes définis, préalablement isolés des végétaux riches en mouvement électrique, en cellules accumu-

latrices d'énergie électrique, en énergie solaire soustraite aux rayons électriques et chimiques, et emmagasinée dans l'œuvre de la plante. Les végétaux sont ainsi des accumulateurs d'énergie; ce sont des agents de synthèse, rapprochant les éléments inertes qu'ils trouvent dans l'atmosphère et dans le sol et édifiant de toutes pièces les principes immédiats. Les animaux, agents de dissolution et d'oxydation, décomposent les principes approvisionnés dans la plante; ils en libèrent l'énergie qui y était accumulée pour en faire du mouvement. Ils défont l'œuvre du végétal et procèdent, à l'inverse de la plante, sur l'énergie et la matière extérieures. Pour parler le langage de Tyndall, la vie de la plante équivaut à l'élévation d'un poids, celle de l'animal équivaut à la chute de ce même poids. L'animal est donc asservi au végétal parce qu'il est inhabile à exploiter l'énergie solaire, source de toute vie. Nous avons parlé d'électricité végétale à propos des alcaloïdes qui (la strychnine en est un exemple) se conduisent comme de véritables agents électriques. Prenez douze melons mûrs, associez-les en batterie au moyen de fils de platine dont chacun réunit le sommet d'un melon à la base du melon voisin, vous obtiendrez ainsi un courant assez fort pour actionner un timbre électrique. L'expérience ne réussit qu'avec des melons mûrs et à la condition de les isoler en les faisant reposer sur du verre. Voilà une expérience facile à reproduire, qui prouve nettement l'existence d'une certaine quantité d'électricité dans les végétaux. Que penser de la richesse en électricité des plantes tropicales qui, comme la noix vomique, distillent des poisons violents sous l'influence de l'état électrique puissant de l'atmosphère et du rayonnement électrique et chimique très intense du soleil torride de ces régions!!! (Gabriel Viaud, *La Dosimétrie*.)

En dehors des hypothèses de l'auteur, il est certain aujourd'hui que les végétaux sont électriques (1).

— En revanche, d'après un journal américain, le bouleau ne serait pas conducteur de l'électricité. Ce fait paraît être si généralement connu, que les Indiens, à l'approche de l'orage, vont se mettre à l'abri du premier bouleau qu'ils peuvent atteindre. Les habitants du Tennessee considèrent cet arbre comme l'abri le plus sûr contre les dangers de la foudre. On assure même qu'on n'y connaît aucun exemple qu'un bouleau eût été atteint du feu céleste, tandis qu'il est bien avéré que la plupart des autres sont souvent foudroyés. L'auteur de cet article ne spécifie pas le bouleau, il ne dit pas si c'est notre *Betula alba* (bouleau blanc) que l'on trouve également dans l'Amérique du Nord, qui présente cette particularité, ou s'il s'agit d'une des nombreuses espèces de bouleaux qui appartiennent exclusivement à l'Amérique septentrionale, telles que : *Betula angulata*, *B. carpinifolia*, *B. excelsa*, *B. glandulosa*, *B. lenta*, *B. nigra*, *B. populifolia*, *B. papyracea*, *B. rhombifolia;* il ne dit pas non plus si le feu électrique les épargne toutes, ou si c'est uniquement le bouleau blanc. Etant donnée cette incertitude, nous croyons qu'il est prudent de s'en tenir à la vieille règle, que nous nous faisons un devoir de rappeler : en temps d'orage, éviter avec grand soin l'abri des arbres.

Electro-culture.

On a raillé les engrais, les eaux d'épandage, mais on ne saurait, en tout cas, accuser de malpropreté le légume grandi sous les effluves électriques, si utilisées en Amérique, en Russie...

(1) L'*Année Electrique* de 1900, pp. 226 et 227.

L'électro-culture, à Chicago, se fait par la lumière électrique, installée sur un grand pied, dans de belles serres, activant prodigieusement la croissance des légumes. Lumière solaire le jour, radiations de lampes à arc la nuit, les laitues avaient beau jeu et poussaient à vue d'œil.

Un de nos correspondants, dit la *Nature,* a signalé un phénomène intéressant observé à Genève, au mois de décembre, par M. Couchet. Partout où les platanes de la ville étaient baignés par la lumière des foyers électriques, les feuilles se maintenaient vertes. Toute la partie de l'arbre entourant la lampe électrique apparaissait verte et feuillue, alors que le reste de la couronne non exposé à cette lumière intense était depuis longtemps déjà dépourvu de ses feuilles. Le fait avait été déjà remarqué, en décembre 1900, dans un grand nombre de promenades, place de la Petite-Fusterie, le long du grand quai, devant le pont des Bergues, près du jardin du Lac, place de Longemalle, etc. L'influence des radiations électriques a été jusqu'ici très discutée. Les expériences ont été contradictoires ; tantôt positives, tantôt négatives, variables probablement selon les conditions expérimentales, selon la distance au foyer lumineux, etc. Or, à Genève, il y a eu comme un rajeunissement de la végétation, persistance des feuilles adultes, et aussi continuation du développement du sommet des branches. Le phénomène mérite d'être mentionné et il sera bon de multiplier les observations.

Mais ceci n'est que de la fantaisie horticole; voici où en est la véritable culture électrique. C'est vers 1845 que le premier initiateur, Ross, annonça que l'électrisation d'une terre produisait un double résultat : elle augmentait et avançait la récolte. Mais le progrès est comme la justice, il est boiteux et lent; nos popu-

lations agricoles, méfiantes, dominées par de vieux préjugés, sont malheureusement trop réfractaires aux idées de progrès. C'est à coups d'expériences entassées les unes sur les autres et à résultats probants que l'on a chance d'arriver à vaincre ces répugnances séculaires.

Les expériences faites avec un esprit scientifique par MM. Spyeskhoff et Kravkoff devront être suivies et renouvelées, si l'on veut édifier une méthode sûre de culture électrique. M. Spyeskhoff électrisa tout d'abord les semences et ensuite le sol. Les semences électrisées ont une germination plus hâtive et un rendement supérieur de 3 à 6 fois. Pour le sol, il y planta, de loin en loin, de grandes barres de fer, dont la base était reliée à des fils de fer dans lesquels circulait le courant et qui entouraient et traversaient le champ en tous sens. Ou bien encore il enterrait en terre de véritables piles cuivre et zinc, sous forme de larges plaques de chacun de ces métaux reliées entre elles. Les essais portant sur des betteraves et des pommes de terre donnèrent une récolte triple comme quantité. D'autres essais furent tentés sur des orges dont la maturité fut hâtée d'une douzaine de jours, et cela en grillageant le dessus du terrain d'épreuve d'un réseau de fils métalliques reliés à des poteaux plantés de 12 mètres en 12 mètres, un courant électrique parcourant constamment ces fils. Malheureusement, M. Kravkhoff ne donne pas le prix de revient de ces divers modes de traitement. On est en droit, dans ces conditions, de se demander si le rendement supplémentaire paye les frais de culture électrique. L'agronome russe explique les progrès comme temps et comme augmentation par des effets de calorique; l'électricité élèverait la température du sol. Quel est, au juste, le rôle de l'électricité? Il reste à déterminer. Des expériences

nouvelles s'imposent, elles intéressent extraordinairement la prospérité de nos populations agricoles. Jusqu'ici, cette méthode n'est applicable vraiment que dans les serres à forceries, les fruits de luxe sortant de ces établissements sont généralement payés des prix excessifs, et les horticulteurs regardent moins aux frais généraux. (*Inventions Illustrées.*)

Conductibilité électrique spécifique des eaux minérales.

Le Dr Elevy a mesuré la conductibilité électrique de l'eau minérale en la diluant progressivement ; cette conductibilité diminue avec le degré de la dilution, jusqu'à ionisation complète. Kœppe, de Giessen, dans de remarquables travaux, a établi une méthode nouvelle de mensuration pour mesurer la conductibilité spécifique d'une eau minérale : on la compare à celle du mercure prise comme unité. On mesure cette conductibilité à l'aide de l'appareil d'Ostetwal. C'est ainsi que, selon M. Kœppe, l'eau de seltz a une conductibilité de 0,000.000.57. Pour en déduire le nombre de molécules *ionisées* de cette eau minérale, M. Kœppe établit le calcul en se basant sur le nombre de molécules *ions* d'une solution saline simple, chlorure de sodium par exemple, présentant la même conductibilité spécifique. (*Gazette des Eaux.*)

CHAPITRE XII

ÉLECTROTHÉRAPIE

Capacité électrique du corps humain. — Conductibilité et excitabilité électriques. — Lésions de l'appareil auditif et vertige voltaïque. — Mesure du courant induit et faradisation. — Contractilité et sensibilité électriques de l'anesthésie générale cocaïnique. — Appareils électrothérapiques. — Machine statique unipolaire. — Physiologie des courants de haute fréquence et spirales nouvelles. — Thérapie électro-chimique. — Dermatoses et courants électriques. — Electrolyse des fractures, phlegmons, myosites. — Neurasthénie, faradisation, franklinisation. — Substitution de la franklinisation ou maratisation à l'induction. — Electricité statique et tuberculose. — Action curative de l'oxygène et de l'ozone sur les ulcères. — Ozone et coqueluche. — Aimants et corps étrangers.

Capacité électrique du corps humain.

M. G. de Metz prétend qu'il serait faux d'assimiler la capacité électrique du corps humain à celle d'un conducteur de forme ellipsoïdale pour lui fixer une valeur théorique. L'homme nu ou entièrement vêtu en métal possède des capacités à peu près égales entre elles et sensiblement supérieures à la valeur calculée au moyen des formules connues. Il n'y a donc pas de faculté condensante, mais on peut dire que : 1° le corps humain se charge à la façon d'un conducteur métallique ; 2° sa capacité électrique reste constante, quand on change le voltage appliqué, de 100 à 1,000 volts, entre les limites d'expériences ; 3° elle est égale à la

capacité électrique d'un conducteur métallique, de la même forme et des mêmes dimensions, et paraît être de rapport direct avec la taille et le volume de la personne; 4° sa valeur absolue change avec les circonstances et la pose. Elle atteint sa valeur normale lorsque la personne en question est bien isolée, au milieu d'une grande pièce, loin des surfaces conductrices. La capacité augmente sensiblement aussitôt que l'individu se trouve entouré de surfaces métalliques. Une même personne possède plusieurs capacités, suivant les circonstances où elle se trouve. Mais la capacité normale pour la pose donnée étant toujours la plus petite, est, par là même, caractéristique pour chaque individu. L'ensemble des recherches de l'auteur lui permet de lui assigner, en chiffres ronds, une valeur moyenne de 10 centimètres, ou de 0,00011 de microfarad.

Conductibilité et excitabilité électriques.

M. Pelnar rend compte au Congrès des médecins et naturalistes tchèques à Prague, d'expériences faites sous la direction du professeur Thomayer, à la policlinique de Prague, sur des nerfs de grenouilles atteintes de névrite toxique; ces recherches infirment la théorie d'Erb, admettant que la conductibilité du nerf est fonction du cylindre-axe, son excitabilité électrique fonction de la gaîne de myéline. En étudiant, sous le microscope, les coupes transversales des nerfs enflammés, colorées par la méthode de Béthe, l'orateur a pu s'assurer que le nerf est dégénéré dans tous ses éléments chaque fois qu'il a perdu et sa conductibilité et son excitabilité au courant électrique. Au contraire, lorsqu'il est encore conducteur, mais non excitable, c'est-à-dire quand il y a dissociation des fonctions nerveuses, ce n'est que la périphérie qui est dégénérée, le

centre étant intact. Il en résulte que le degré de conductibilité d'un nerf enflammé par l'injection de substances toxiques dépend du nombre des fibres restées normales, et que le degré de son excitabilité électrique est déterminé par l'état des fibres qui viennent en contact avec les électrodes.

— M. G. Weiss, dans une note à l'Institut, dit que, si on lance dans un nerf *deux excitations* électriques très courtes, très rapprochées et de *sens inverse* l'une de l'autre, au moment où l'on arrive au seuil de l'excitation l'une seulement de ces deux ondes est efficace, la seconde n'ajoutant ni ne retranchant rien, et pouvant être supprimée sans que le résultat soit modifié (22 juillet 1901).

Des recherches expérimentales sur l'excitabilité de la moelle épinière par M. Alex.-N. Vitzou, sur le cheval il résulte que la substance grise de la moelle est excitable avec des courants électriques et qu'il y a une différence nette entre les réactions qui se sont produites à la suite de l'excitation des cordons antéro-latéraux et celles de l'excitation de la substance grise de la moelle, cette dernière excitation produisant généralement des mouvements tétaniques avec des excitants moyens. Chez les oiseaux (canards, oies), on peut parvenir à mettre la moelle à découvert dans la région lombaire sans hémorrhagie marquante. De la sorte, on peut démontrer l'excitabilité de la substance grise de la moelle, mise à nu dans le sinus rhomboïdal, en employant l'excitant mécanique, qui a une importance considérable. Si on n'a pas trouvé, jusqu'ici, que la substance grise de la moelle est excitable, cela est dû au procédé opératoire, suivi de perte considérable de sang, qui amène la disparition de l'excitabilité. La substance grise de la moelle est donc

excitable comme celle de l'écorce cérébrale avec les excitants artificiels : électriques et mécaniques. C'est ce que nous ne savions pas jusqu'à présent.

— M. Capriati, étudiant l'*Influence de l'Electricité sur le développement des organismes animaux*, a expérimenté sur des têtards de batraciens (*Rana esculenta*) dans les conditions suivantes : Trois récipients semblables contenant un même nombre d'animaux. Les deux premiers recevaient : l'un, le courant d'un des pôles d'une machine statique Wimhurst, l'autre les deux pôles d'un bobine à chariot à chaque extrémité de la masse d'eau et réglé de telle sorte que la main plongée dans le liquide perçoive une légère sensation du courant. Le troisième récipient servant de témoin, voici à quelles conclusions l'auteur est arrivé : L'électricité, sous différentes formes, agit sur le développement des organismes animaux. Le courant statique hâte le développement. Le courant faradique le retarde.

— Le Dr V. Capriati a constaté chez un jeune homme de 15 ans, atteint de *polynévrite apoplectiforme*, appartenant à une famille de névropathes et d'alcooliques, une forme particulière de la réaction musculaire du courant continu caractérisée par une augmentation progressive de l'excitabilité au pôle négatif et une diminution progressive de celle-ci au pôle positif. Cette réaction n'aurait rien de commun avec la réaction convulsive de Bosodikt, ou la réaction myasthénique de Jolly et connue de Duchenne. Il propose de l'appeler réaction antagoniste.

Lésions de l'appareil auditif sur le vertige voltaïque.

M. Babinski, à la *Société de biologie*, 26 *janvier* 1901, a constaté qu'en appliquant les électrodes d'un appareil voltaïque sur les apophyses mastoïdes d'un sujet, celui-ci éprouve à la fermeture du courant du vertige, une inclinaison latérale du côté du pôle positif, c'est *le vertige voltaïque*. Cette inclinaison est plus nette chez l'individu jeune, et apparaît avec de très faibles courants. Les lésions de l'appareil auditif modifient considérablemeut ce vertige voltaïque. Chez deux malades atteints de surdité bilatérale complète, l'un tabétique avec lésion des nerfs acoustiques, l'autre avec double sclérose labyrinthique, il faut employer chez le premier des courants intenses pour provoquer un mouvement, et l'inclinaison n'est plus latérale; elle se fait en arrière; dans le deuxième cas pas d'inclination. Quand la lésion de l'oreille est uni-latérale, l'inclination a lieu non pas au pôle positif, mais du côté de la lésion où elle y prédomine, elle est plus ou moins prononcée, mais non en rapport avec l'intensité de la lésion; si la lésion prédomine d'un côté, l'inclination ne se fait pas exclusivement de ce côté. Ce vertige est, pour quelques auteurs, lié à l'excitation électrique du labyrinthe; d'autres à l'excitation directe des centres nerveux; les observations de M. Babinski plaident en faveur de la première hypothèse. Cette expérimentation peut aussi déceler des lésions musculaires méconnues jusqu'alors.

Mesure du courant induit.

M. d'Arman pose en principe que la mesure du courant induit est impossible. Foveau de Courmelles a indiqué, en 1894, pour que le médecin en puisse comparer les intensités thérapeutiques, d'employer la même bobine de fil, enfoncée également sur l'inductrice, et de faire varier le potentiel du courant inducteur. M. d'Arman a préféré faire construire une bobine de Ruhmkorff avec faisceau magnétique et inducteur mobile, ou encore un grand appareil du Du Bois-Reymond, muni de condensateur et de renverseur du courant.

L'inducteur est fourni par deux tours de fil dont la section est de 1 1/2 millim.; l'isolement est fait spire par spire et tour par tour, pour pouvoir supporter sans dommage un extra-courant de fort empérage. L'induit est construit comme pour une bobine de Ruhmkorff selon le procédé de Poggendorff (14 tour de fil, section 2/10 de millim., couverts de matière isolante). Dans un tiroir, qui forme la base de l'appareil, il y a le condensateur, formé de feuilles d'étain et de double carton paraffiné (60 feuilles d'étain, dim. 10 cm. sur 30 cm.). L'interrupteur très simple est placé sur le devant de l'inducteur et est fourni d'un petit électro-aimant, dont les bobines font partie du courant primaire. Avec ce rhéotome et avec un seul élément Grenet (cap. 2 litres) on obtient une étincelle de 2 cm.

L'appareil de M. d'Arman peut fournir : l'extra-courant; le courant induit secondaire; l'extra-courant modifié par le condensateur; le courant secondaire modifié par le condensateur; le courant de haute fréquence; il peut produire les rayons de Rœntgen, en y ajoutant une bobine de Tesla, et même directement, l'illumination d'un tube de Geissler. L'appareil peut en-

core être utile pour compléter l'étude des réactions nerveuses des muscles et des nerfs au courant franklinien. M. d'Arman a fait de fines études sur la contractilité musculaire en des cas où la réaction de dégénérescence se manifestait, et a obtenu les résultats suivants : *a*) cas très grave : augmentation de la contractilité galvanique, pas de contraction faradique; *b*) augmentation de la contractilité galvanique sans inversions de la formule; abolition des autres contractilités; *c*) augmentation de la contractilité galvanique, avec inversion de la formule. Légère contraction à l'extra-courant seulement; *d*) contractilité galvanique à peine augmentée, qualitativement normale; contractilité médiocre à l'extra-courant, légère contraction au courant secondaire seul, aucune contractilité au courant franklinien-monopolaire, ni à la franklinisation; *e*) contractilité comme dans le cas précédent, avec contractilité au courant monopolaire ou au courant monodique, ou mieux à l'étincelle de la bobine; *f*) il existe encore de la contractilité franklinienne.

Enfin M. d'Arman fait remarquer que la nouvelle forme de faradisation possède une valeur particulière aussi du côté de la *thérapeutique* : la graduation du courant et la haute tension peuvent être obtenues par l'adjonction d'une électrode munie d'un interrupteur qui peut, entre les mains d'un médecin, servir de spintermètre et augmenter ou diminuer l'étincelle destinée à atteindre le malade. (Dr S. E. Liebler).

Contractilité et Sensibilité électriques pendant l'analgésie chirurgicale par Injection sous-arachnoïdienne de Cocaïne.

M. Félix Allard (Communication à la Soc. de Neurol. de Paris, 1901) étudie l'état de la contracti-

lité et de la sensibilité électriques pendant la période analgésique, sur des malades du service de M. Tuffier, auxquels avaient été faites des injections de 1 centim. cube à 1 centim. cube 5, de solution de cocaïne à 2 p. 100, poussées entre la quatrième et la cinquième vertèbre lombaire, il les a examiné avant l'injection et après, dans un temps variant de 15 minutes à une heure, et choisi, pour étudier la contractilité électro-musculaire, les régions antéro-externe et postérieure de la jambe. Dans ces conditions, sur 10 malades examinés, il a noté 9 fois une augmentation plus ou moins prononcée de l'excitabilité faradique et galvanique des nerfs et des muscles, hyperexcitabilité accompagnée de diminution du temps perdu et de brusquerie dans la contraction. Dans deux cas cette hyperexcitabilité était telle que le tétanos musculaire s'obtenait facilement pour de faibles intensités ; il est vrai que ces deux malades étaient nettement alcooliques, mais cette exagération des réactions musculaires n'existait pas avant la cocaïnisation.

En somme, la réaction se rapproche plus au moins de la *réaction de contracture imminente ou confirmée.* En aucun cas il n'a trouvé de modification qualitative de l'excitabilité galvanique, la formule des secousses motrices a toujours été normale. Les modifications quantitatives dont je viens de parler ont persisté après la période d'analgésie ; elles ont été en s'affaiblissant tonte la journée, et le lendemain il n'en restait plus trace.

Pour expliquer ces phénomènes, il suffit de penser que la cocaïne atteint légèrement les cellules des cornes antérieures de la moelle ; on sait que dans ces conditions, la cocaïne à faible dose produit une excitation fonctionnelle. M. Hallion, au cours de ses expériences physiologiques, a constaté aussi certains phé-

nomènes d'excitation motrice du système musculaire lisse; ses animaux étant curarisés il ne pouvait rien observer sur les muscles striés, mais il se propose de reprendre systématiquement ses recherches. Ces phénomènes d'hyperexcitabilité électrique du système neuro-musculaire accompagnant et suivant l'analgésie par voie rachidienne peuvent ne pas avoir d'inconvénients sérieux pour une intervention chirurgicale. Mais ils doivent être pris en considération dans l'analgésie obstétricale. D'ailleurs, MM. Doléris et Malartic, qui ont été des premiers à appliquer cette méthode à l'obstétrique, signalent un certain état de tension de l'utérus entre les contractions, et mettent en garde contre le danger que pourraient faire courir au fœtus des doses supérieures à 2 centigr. « Ces doses de cocaïne, disent-ils, ne pourraient-elles produire la tétanisation de l'utérus? » Le résultat de ces observations cliniques me paraît être en parfaite concordance avec celui des recherches de M. Allard sur la contractilité électro-musculaire. Il n'est pas de nature à contre-indiquer d'une façon absolue l'analgésie cocaïnique, mais doit servir d'avertissement et montrer qu'il faut agir avec prudence, surtout sur les sujets alcooliques où, comme j'ai observé, l'exagération des réactions musculaires tend vers la tétanisation.

Le même auteur a étudié la sensibilité électrique avant et pendant l'analgésie chirurgicale, comparant celle des membres inférieurs et des membres supérieurs. Alors qu'il est écrit partout que la sensibilité tactile persiste seule après cocaïnisation de la moelle, que le malade ne réagit plus *aucune excitation douloureuse*, il a pu s'assurer par des expériences répétées que le courant électrique faradique et galvanique était perçu d'une façon douloureuse. Chez tous les malades examinés, le pinceau faradique avec une

intensité moyenne a provoqué une sensation presque aussi douloureuse aux membres inférieurs qu'aux membres supérieurs où l'analgésie n'existait pas. L'application du pinceau a toujours provoqué un réflexe de défense. Le courant galvanique continu a toujours été aussi ressenti douloureusement. Avec un tampon de 2 centim. de diamètre en charbon recouvert de peau de chamois bien humide, relié au pôle négatif, et une intensité de 20 m. a., on provoque une sensation de picotement, puis de brûlure, qui n'est plus tolérée après quelques secondes. Et cependant les conditions de l'expérience réalisent sensiblement celles d'une application thérapeutique à la rigueur supportable. Avec les états variables du courant galvanique la loi des secousses sensitives persiste comme à l'état normal ; la première sensation apparaissait au pôle négatif et à la fermeture du courant. Ces faits sont des plus caractéristiques et on est frappé de voir le bistouri cheminer à travers les tissus d'un malade impassible, tandis que le simple pinceau faradique ne peut effleurer la peau sans provoquer un cri de douleur et un réflexe de défense.

Ces résultats paraissent, au premier abord, en contradiction avec ceux des premières expériences de Corning, de 1885. Chez le chien, après injection de XX gouttes de cocaïne à 2 p. 100, Corning remarquait que lorsqu'on touchait les pattes postérieures avec un fin pinceau faradique l'animal ne réagissait pas, tandis que le contact avec les pattes antérieures provoquait une grande douleur. Chez l'homme, après deux injections de XXX gouttes d'une solution à 3 p. 100 à dix minutes d'intervalle, le courant électrique qui occasionnait des douleurs vives et des contractions musculaires dans le bras était à peine senti dans les jambes. Il est vrai que les doses de cocaïne sont dans

ces expériences de Corning bien supérieures à celles employées par l'analgésie chirurgicale ; dans l'expérience de Corning sur l'homme la dose correspond à 4 centigr. tandis qu'on emploie en chirurgie des doses de 1 centigr. 5 à 2 centigr. Si la dose varie, les phénomènes observés doivent varier aussi dans de grandes proportions. Golebsky l'avait bien observé en étudiant l'ordre suivant lequel la réaction aux divers modes d'excitation est abolie. « Avec certaines doses, dit-il, la piqûre n'est plus sensible, tandis que l'électricité l'est encore. » Donc, dans les conditions de l'analgésie chirurgicale, on se trouve entre ces limites.

Cette constatation de la persistance de la sensibilité électrique douloureuse, alors que l'analgésie à la piqûre, à la coupure, à la chaleur est complète, a son importance et ne constitue pas un fait isolé. En étudiant l'influence des anesthésiques locaux, le froid principalement, sur la sensibilité électrique de la peau, on a démontré que cette sensibilité diminue seulement dans de faibles proportions alors que la sensibilité à la douleur est abolie. Les nouveaux faits prouvent une fois de plus que, contrairement aux conclusions d'un récent travail de Guido Marchetti, Borgo et Piadel, la recherche de la sensibilité électrique de la peau conserve son importance en clinique, que la sensibilité électrique représente une variété de sensibilité de la peau tout à fait *spécifique*. Il faut se rappeler aussi qu'en plus de cette sensation spécifique que détermine le courant électrique sur la peau, organe des sens, on doit tenir compte de l'excitabilité électrique des nerfs de la peau eux-mêmes et de leurs terminaisons. Cette excitabilité spéciale reste peut-être intacte pendant l'analgésie cocaïnique ; la loi des secousses sensitives n'étant pas plus modifiée par la cocaïne que la loi des secousses motrices. On voit donc qu'il est faux d'appré-

cier au moyen de l'électricité la *sensibilité absolue* de la peau et de l'utiliser comme la mesure générale du degré de son excitabilité sensorielle. Enfin, et c'est là une conclusion pratique, ce résultat montre quel moyen puissant on a dans l'emploi des courants électriques pour agir sur la sensibilité de la peau.

Dans les anesthésies pathologiques, alors que les sensibilités à la piqûre, à la coupure, à la chaleur auront disparu, la sensibilité électrique sera quelquefois diminuée, mais jamais abolie. *La supériorité du courant sur tous les autres moyens d'excitation des nerfs sensitifs explique les bons résultats que l'on obtient dans le traitement électrique de la plupart des anesthésies.* » D'autre part, le courant continu dit électrolytique peut introduire des *ions* de cocaïne dans la peau pour produire l'anesthésie cocaïnique suffisante à l'enlèvement des dents. (Foulon, Pont..., v. p. 302)

Appareils électrothérapiques.

Pour l'application directe du courant faradique et galvanique sur les muscles de l'œil, le Dr S.-H. Scheiber, propose des *électrodes* en forme d'olive, de cure-oreille, de burin plié à plat ou bien à angle droit. S'il s'agit d'applications plutôt légères, on porte l'électrode tout doucement d'un point à l'autre, ou bien on fait bouger l'œil en tenant fixe l'électrode. Scheiber prescrit cette électrode seulement en cas de paralysie d'un ou de deux muscles de l'œil ; en cas de paralysie de l'oculomoteur, il ne faut pratiquer que l'électrisation externe, indirecte.

— Un *excitateur électro-statique à conducteur isolé* a été présenté par M. J. Bergonié (*Archives d'électricité médicale expérimentale et clinique*, n° 98, 15 février 1901) ; il paraît ressembler singulièrement à

l'appareil de son élève Roumaillac, déjà décrit dans la même revue en 1894 (voir *Electricité curative*, 1895).

Il se compose d'un manche d'ébonite ordinaire que l'on prend à la main et dans l'intérieur duquel est fixé un tube conducteur qui sort du manche et porte une boule. Dans le manche, la tige et la boule glissent à frottement dur. Un cadre en ébonite, dont l'autre petit côté porte un conducteur isolé terminé par deux boules, complète l'appareil. C'est dans l'intérieur du cadre d'ébonite que jaillit l'étincelle, dont on peut régler la longueur facilement en faisant glisser la tige graduée au moyen du coulant; les boules situées dans le cadre ayant un diamètre de 22 millimètres, l'échelle dressée par M. Mascart, établissant une correspondance entre la longueur de l'étincelle et la différence de potentiel qui la produit, est applicable. Mais c'est surtout, dit l'auteur, du côté du conducteur qui aboutit à l'excitateur que des modifications heureuses ont été apportées. Autrefois une simple chaîne servait à relier cet excitateur, chaîne dont les inconvénients étaient une grosse déperdition du courant par les effluves ou aigrettes qui se produisaient à chaque maillon. Il fallait, de plus, pour maintenir isolée cette chaîne, avoir un second manche isolé, muni d'un anneau qui maintenait la chaîne éloignée du sol, des objets environnants, du malade et, enfin, du médecin. La suppression de cette chaîne, remplacée par un conducteur parfaitement isolé et aussi souple que la chaîne, serait un gros avantage.

— *Le tour électrique à fraiser* « Gallia », du constructeur Heller, simple, peu encombrant, à arrêt instantané, sert aux dentistes, et son moteur pourrait encore être utilisé par les médecins pour la sismothérapie.

— Pour le *massage faradique* et la *révulsion*, signa-

lons l'appareil Gaiffe à caoutchoucs circulaires et séparés permettant aux disques de se mouler sur la peau. La ventouse Basmaison modifiée pour aspirer les tissus, avec courant, peut être employée dans le même but. On peut, avec des résistances appropriées et souples, introduites dans des tissus amiantés, dans des robes, des corsets,... faire passer un courant et produire un *bain*, un *cataplasme*... de chaleur très commode, ou une révulsion déterminée.

Générateurs unipolaires d'Electricité statique.

M. Ch. Noé construit des machines statiques dérivées du type Carré où un plateau de verre tournant entre des coussins donne une charge initiale que le plateau transmet au peigne et toujours positive, et en fonction de la capacité inductive du verre qui peut varier entre 1,90 et 10,1 suivant les matières employées ; aussi faut-il un soin particulier au choix des plateaux de verre dont dépend le rendement du Générateur. Le plateau d'ébonite, animé d'un mouvement de rotation en sens inverse du plateau de verre et tournant 14 fois plus vite, se charge positivement en passant devant le peigne. Cette charge augmente avec l'accélération de vitesse, passe par un point neutre, change de signe et abandonne à un second peigne une charge négative qui se transmet au conducteur métallique supporté par une colonne isolante. On réalise de la sorte un grand circuit dont le pôle libre du générateur est le négatif et la terre le pôle positif. Cette disposition est avantageuse, l'influence de la mise au sol sur le rendement du Générateur Unipolaire est considérable. Pour la commodité du raisonnement, et cela est nécessaire aussi en pratique, il est admis que la

terre est au potentiel zéro ; en réalité il en est autrement. La terre constitue un condensateur, un conducteur de grande capacité qui transmet au premier peigne une charge constante bien supérieure à celle qu'il pourrait recevoir de l'atmosphère. La pratique confirme l'exactitude de cette manière de voir ; la mise au sol des peignes positifs assure au générateur unipolaire un rendement bien meilleur que s'il était muni de deux pôles libres. Pour produire tous ses effets, la mise au sol doit être bien effective ; il ne faut pas craindre de s'assurer une bonne terre par l'enfouissement d'une masse métallique disposée rien qu'à cet usage. Le rendement de ce type électrostatique égale la bobine d'induction.

Physiologie et Outillage des courants de haute fréquence.

Tripet a fait voir, par l'hématoscopie de Hénocque, les *modifications du sang sous l'action des courants de haute fréquence*. Guillaume, dans sa thèse, a repris cette question de l'influence des courants de haute fréquence sur l'activité de réduction de l'oxyhémoglobine. Ses recherches sont basées sur vingt et un malades atteints de rhumatisme chronique, de sciatique, de chloro-anémie. Guillaume a pu constater que l'augmentation de réduction de l'oxyhémoglobine pouvait se rencontrer seule, mais que le plus souvent elle était accompagnée d'une augmentation de la quantité de l'oxyhémoglobine. La progression en quantité et en activité de réduction précédait assez souvent l'amélioration symptomatique et, en tout cas, l'accompagnait. Certains malades, dont le taux d'oxydation était plus élevé que la normale, y ont été ramenés. Dans un cas de chloroanémie les résultats ont été identiques, et

l'amélioration symptomatique a marché de pair avec l'augmentation d'oxyhémoglobine. Chez les arthritiques, les rhumatisants, l'action favorable des courants de haute fréquence est imputable en partie aux modifications de la nutrition, modifications dont la preuve est apportée par les examens d'urine et les examens de sang. L'urine émise augmente, de même que le taux de l'urée, de l'acide urique, des phosphates, sulfates et chlorures (Denoyès, Maître et Rouvière). M. Luisada, étudiant les effets de haute fréquence sur la circulation de la peau, a obtenu des effets rapides et constants en plusieurs formes d'*altérations cutanées* produites par le froid. Au Congrès de Paris (1900), M. Thïelée, de Rouen, avait déjà relevé l'application des courants à haute fréquence dans le traitement des engelures et des brûlures. Il s'est servi du souffle du résonnateur Oudin en le dirigeant sur les régions malades. M. Luisada expérimenta l'effet des courants à haute fréquence sur cinq malades avec des engelures plus ou moins graves et en obtint toujours une guérison rapide et complète.

— L'*outillage* pour renforcer la haute fréquence et la haute tension obtenue en effluves par les divers résonnateurs Oudin, modèles Oudin-Radiguet, Oudin-Rochefort, Lebailly-Ducretet, O. Farril, comprend deux ou quatre condensateurs, un ou deux résonnateurs couplés, ou des spires spéciales, dernier système. Une spirale de fil de cuivre à pas constant, où la spire la plus externe reçoit le courant oscillant des armatures externes de deux bouteilles de Leyde, donne au centre de la spirale des effluves ayant un caractère particulièrement doux (Guilleminot). En modifiant le pas de cette spirale et en le rendant progressivement croissant du centre à la périphérie, les effets obtenus sont supérieurs. L'accroissement du pas est basé sur la dif-

férence de longueur de l'étincelle qui tend à éclater entre deux spires voisines. Cet accroissement est de 0,0003 par interspire lorsqu'on emploie une bobine de 35 cent. d'étincelle à un régime de 6 ampères pour la charge des bouteilles de Leyde. Avec deux de ces spirales on constate, que si l'on soumet une spirale passive à l'influence d'une spirale active, les effets sont tout différents suivant le sens de l'enroulement. Que si l'on accouple en quantité ou en tension deux spirales éloignées l'une de l'autre, les effets sont tout différents aussi, suivant la direction de la décharge oscillante dans la première spire. On peut donc, dans deux spirales, obtenir le même mode de charge, soit par influence, grâce à l'enroulement dans le même sens, soit, par le couplage, grâce au montage symétrique; et que l'on peut obtenir un mode de charge contraire soit par influence (enroulement en sens contraire), soit par le mode de couplage (montage inverse). Si on réunit dans une même expérience le mode de couplage inverse et l'enroulement inverse, et, dans une seconde expérience le mode de couplage homologue et l'enroulement identique; on obtient de superbes effets interpolaires, et un corps interposé entre les deux spirales est arrosé des deux côtés par des effluves nourris, ou de maigres effluves se détachent des spirales, mais si l'on vient à interposer un corps entre ces spirales, c'est ce corps qui émet des gerbes d'effluves. Et le champ électrique de l'espace situé entre les deux spirales atteint sa valeur maximum.

— MM. Chauvin et Arnoux ont fait, pour l'usage industriel, des instruments qui peuvent aussi *mesurer* ces courants alternatifs spéciaux, par l'*échauffement* d'un fil qu'amplifie l'aiguille d'un enregistreur.

Thérapie électrochimique.

M. Frankenhaeuser (*Zeitschrift für diatetische und physikalische Therapie*, Bd. V., H 1, 1901), note que la peau en conditions normales est bien peu perméable aux solutions salines ; mais que si l'on applique les électrodes d'une batterie galvanique, trempées en une solution saline, sur la peau, et on y fait ensuite circuler le courant, les éléments du sel pénètrent dans la peau, et plus précisément la quantité de sel absorbé correspond à une force déterminée du courant. Les éléments métalliques passent par l'anode, et ce sont les éléments acides qui passent par la cathode. Les éléments absorbés forment dans le corps des composés avec d'autres éléments qui s'y trouvent. C'est ce qu'ont démontré pour l'électricité statique Pivati, 1750, Arthuis, 1873,..., puis, avec les courants continus, pour la première fois Lauret (Thèse de Montpellier, 1885) et Foveau de Courmelles (*Institut*, 1890), réagissant contre la théorie de la simple cataphorèse, d'où le nom de *bi-électrolyse* donné par le second à ces applications. Cette loi vaut pour tous les sels, pour les acides et pour les bases qui conduisent l'électricité. En se servant des électrodes et de la chaîne galvanique, l'on peut faire agir sur la peau et à l'intérieur du corps un grand nombre de sels actifs. C'est de cette manière que l'on peut faire agir sur la peau par l'*anode* les acides, les sels des métaux pesants et légers et les sels des alcaloïdes ; leur effet est, en général, pareil à celui des chlorures, car ces corps s'unissent en prévalence au chlore des tissus. Par la cathode ce sont les alcalins et les sels métalliques des acides qui passent dans la peau : leur effet est celui des composés du sodium.

M. Frankenhaeuser résume ainsi qu'il suit les effets

que l'on obtient par cette méthode d'application sur la peau. 1. L'on peut réduire en liquide les parties de peau que l'on veut détruire. En ce but, il faut employer en préférence les acides minéraux. 2. L'on peut obtenir la nécrose de la peau sans opération. En ce but, on emploiera les solutions des sels métalliques. La peau se dessèche là où le courant pénètre ; puis elle se détache, lorsque les parties du dessous sont déjà guéries. 3. Par ce moyen l'on peut stimuler la peau au degré voulu : presque toutes les substances sus-indiquées peuvent être employées en ce but. La stimulation varie selon l'intensité du courant employé. 4. C'est aussi par cette méthode que l'on fait absorber l'iode, la quinine, etc. 5. Enfin par cette électrolyse la peau peut être rendue anesthésique, p. ex. par la cocaïne. Les instruments nécessaires à cette méthode ne sont que les électrodes et une batterie galvanique. Les électrodes doivent être bien propres. L'effet dépend des substances employées, de la forme des électrodes, de l'intensité et de la durée du courant, du degré de concentration et de la pureté des solutions. Les dimensions des électrodes ont aussi leur valeur dans l'effet : l'intensité de l'effet est inversement proportionnel à la grandeur de l'électrode. Celle-ci aura la forme plus adaptée à la région où elle doit être appliquée. L'effet est limité au point d'application du courant. On peut aussi se servir d'un mélange de solutions de sels différents.

— A propos de la *cataphorèse*, M. Hellmer fait remarquer que les dentistes commencent aussi à s'en servir pour le traitement de la carie dentaire et pour l'extraction des dents. En employant un courant faible, d'environ 5 M.-Ampères, on introduit à travers la mâchoire et la dentine par osmose une solution de cocaïne ou de gaïacol (10-20 %) et l'on obtient ainsi

l'anesthésie. (Voir à ce sujet l'*Electrothérapie dentaire* par Foveau de Courmelles, in *Revue de Polytechnique médicale*, janvier 1893, et thèse du Docteur Pont, de Lyon, 1899.) (Voir note p. 393.)

Pour montrer l'action de courants sur l'organisme, M. S. Leduc (*Annales d'Electrobiologie,* juin, 1901), a employé des ions colorés, le permanganate de potasse surtout sous forme de solution prise au pôle positif. Il a pu montrer ainsi que le courant pénétrait par les glandes. Il a poursuivi son expérience avec des ions pilocarpine, lithium, acide chromique, soufre, etc. Il a pu enfin reproduire expérimentalement les différentes formes anatomiques des affections cutanées.

Notons, dans le même domaine, le *bain électrique à quatre cellules*, système du Dr E. Schnée, et tout à fait original. Il s'agit d'un fauteuil spécial et de quatre cuvettes (cellules) séparées et en matière isolante, contenant ou non des agents thérapeutiques ; deux de ces cuvettes se trouvent sur les bras du fauteuil, pour y placer les extrémités supérieures, et les autres deux sont placées au-devant du fauteuil, pour y plonger les jambes. Selon que l'on fait passer par les électrodes, plongées dans chacune des cuvettes, le courant positif (ou négatif), passe par une, deux ou trois extrémités et par le tronc. On obtient ainsi pour chacune des espèces de courant (galvanique, faradique, sinusoïdal) cinquante diverses espèces de bain. Par effet de la cataphorèse on arrive à faire absorber aussi des remèdes (iode, sublimé, fer, arsenic, etc.) dissous dans l'eau du bain. Ce bain, partiellement employé, aurait convenu au cas d'impuissance sexuelle traité avec le courant continu de haute intensité par MM. Apostoli et Laquerrière (*Annales d'électrobiologie*, n. 5), qui ont employé dans ce but les dispositifs les plus divers : Voltaïsation des pieds ou d'un pied à la nuque ; — des

mains ou d'une main à la nuque ; — des pieds ou d'un pied au sacrum ; — voltaïsation de la face... On appliquerait un cinquième ou un sixième contact ce qui permettrait mieux encore, l'emploi des hautes intensités avec des électrodes aussi grandes et aussi plastiques que possible (terre glaise ou eau tiède). Le dispositif des auteurs employé dans le cas actuel a été le suivant : deux larges électrodes en terre glaise, analogues à l'électrode abdominale qui sert en gynécologie, étaient appliquées l'une sur le sacrum et les régions fessières, l'autre sur les parties postérieures et latérales du cou et sur les épaules.

Les *myélites,* le *tabes* pourront se trouver bien aussi de cette médication, dont l'impuissance est souvent un symptôme (Massy, Althaus.)

La *gynécologie* (Félice La Torre, Strokine, Zimmern, Meerderwort) reçoit de ces actions électrochimiques, simples ou médicamenteuses, les plus grands bienfaits (disparition des hémorrhagies, des douleurs, régression des tumeurs).

Les *angiomes* ou autres tumeurs extérieures, injectées ou non de solutions thérapeutiques, avec électrolyse surajoutée régressent également, quels que soient leur siège et leur grosseur (Fromaget, Debedat).

L'électrolyse superficielle des *arthrites*, même d'origine blennorrhagique (Delherm), amène la disparition de la douleur et de la tuméfaction, tout en combattant l'atrophie musculaire.

Dans la *paralysie infantile*, la galvanisation large du râchis et des membres vaut mieux que la faradisation (Larat, Pastrovich, d'Abundo).

La galvanisation positive de *goîtres exophtalmiques*, d'anévrismes de l'aorte... a donné en 1901 des améliorations déjà obtenues (De Renzi, Gallozi, François).

— MM. Bordier, Gilet, Edouard Branly, voulant

expliquer l'électrolyse des tissus vivants et l'abaissement brusque de l'ampérage au renversement de courant, ont refait diverses expériences analogues à celles de *bi-électrolyse* (*Revue universelle*, 1890, et *Revue de Polytechnique médicale*, 1892); en les rapprochant des faits bien connus de l'électrolyte considéré comme diélectrique (Broca, ...), on s'explique la brusque chute d'intensité du courant renversé et cherchant en quelque sorte son chemin.

Dermatoses et Electricité

Le traitement électrique des engelures est connu, dit le Dr G. Gautier. (*Rev. internat. d'électrothérap. etc.*, n. 1 et 2, 1901), tout médecin possesseur d'un appareil d'induction a eu à soigner quelques cas de cette maladie longue et souvent très pénible, et on peut ajouter que la faradisation constitue bien un des meilleurs traitements. Après avoir substitué avec de grands avantages le courant ondulatoire au courant d'induction, pour le traitement des engelures des mains et des pieds, l'A. a récemment amélioré encore la valeur de cette thérapeutique. Comme le titre de cette courte note l'indique, il utilise le bain d'acide carbonique électrisé et selon le *modus facendi* suivant : Grâce à un appareil particulier l'A. sature l'eau froide de sa canalisation à 2 atmosphères de pression. Le mélange de 2/8 de cette eau saturée à 1/8 d'eau chaude, est fait dans un récipient émaillé, de forme convenable, pour permettre l'introduction des pieds ou des mains. Aux deux extrémités du récipient, l'A. fait pénétrer le courant ondulatoire. Le courant ondulatoire est produit par un appareil spécial en rapport avec le courant alternatif de l'usine. Dans les cabinets dépourvus de ce secteur, on peut se servir d'un anneau de Gramme spécial et d'une bobine à chariot sans trembleur, dont

l'inducteur est constitué par un simple enroulement de gros fils et l'induit construit avec un fil très fin. L'anneau de Gramme est actionné par un courant de 110 volts, ou des accumulateurs. Dans les engelures avec simple rubéfaction de la peau et démangeaison, l'action du traitement est rapide : deux à trois séances sont suffisantes. Quand le gonflement du tissu cellulaires sous-cutané est intense et qu'il existe des crevasses et des gerçures superficielles, huit à douze traitements peuvent être utiles. Dès les premières applications, les démangeaisons cessent, le gonflement s'atténue ; puis les crevasses se cicatrisent. Dans les différents degrés l'amélioration est immédiate. Le traitement se montrerait aussi souverain dans la sueur des mains et des pieds (hyperhydrose plantaire et palmaire) affection si rebelle à beaucoup de traitements, qui est la conséquence de troubles vaso-moteurs sérieux et dont le refroidissement, est le plus important. Or, le refroidissement disparaît dès la première semaine, après la troisième séance ; puis la transpiration s'atténue et la peau reste sèche. Dans un cas d'hyperhydrose palmaire datant de trois ans, chez une jeune fille de dix-huit ans, l'A. a obtenu une guérison qui dure depuis une année avec quatorze applications de la méthode. La malade ne pouvait ni se ganter, ni travailler, ni jouer du piano ; il s'écoulait de la main une sueur profuse que rien ne pouvait tarir, et qui était la cause d'une grande dépression nerveuse. Le traitement est toujours bien supporté ; il exige trois séances par semaine, d'une intensité variable, et d'une durée de 15 à 20 minutes.

— Pour la *morphée*, troubles cutanés d'une autre nature (1), l'électrolyse est encore indiquée, en

(1) Société de Dermatologie et syphiligraphie de Paris. (Séance du 2 mai 1901, Brocq).

appliquant le pôle négatif au niveau de la lésion, elle donne de bons résultats à condition qu'on n'emploie pas des courants d'une intensité trop grande, sans quoi on risque de voir se développer des formations kéloïdiennes; de plus, il faut bien limiter l'action de l'électrolyse à la surface sclérodermique, car il m'a semblé que partout où on dépasse celle-ci, la morphée prend une tendance extensive. Avec ces précautions, il est de règle que les lésions cessent de progresser dès la deuxième ou la troisième séance d'application des courants continus. La méthode unipolaire, qui comporte l'application du pôle négatif au point malade, m'a toujours paru donner des résultats au moins aussi satisfaisants que la méthode bipolaire, que l'on a également préconisée. Lorsque j'ai signalé en 1887 les bons effets de l'électrolyse appliquée aux plaques sclérodermiques, le traitement par les courants à haute fréquence n'existait pas encore. Je dois dire que, depuis lors, j'ai eu quelques occasions d'employer ce dernier moyen qui ne m'a pas semblé plus efficace que l'électrolyse, Mon expérience ne portant d'ailleurs que sur un petit nombre de cas, je me propose d'employer les deux procédés pour en comparer les résultats. La photothérapie est aussi à tenter.

— Dans les diverses affections cutanées, les bains hydro-électriques (Guimbail, Schnée), la bi-électrolyse, les maniluves (Gaucher) ou pédiluves électriques, la photothérapie (voir ce chapitre), enfin toutes les formes électriques sont indiquées.

Electrolyse, Fractures, Phlegmons, Myosites.

M. A. de Luzenberger (*Giornale internozionale delle scienze mediche*, vol. XXII) expose en résumant l'histoire et la littérature de l'application de l'électro-

lyse en thérapeutique, et puis il relate plusieurs cas, dans lesquels cette méthode donna la guérison. Il s'agissait dans ces cas de faits résidués à la suite de fractures des os, masses caleuses, tumeurs du tissu conjonctif après des contusions et des phlegmons, et d'un cas de myosite hypertrophique. Il appliqua l'électrolyse par la méthode suivante : sur la région, il posa une électrode large, qui couvrait toute la partie malade, après l'avoir bien mouillée avec de l'eau chaude; l'électrode indifférente avait un diamètre au moins aussi grand que celui de l'autre, et était placée à une certaine distance de la première, mais toujours vers les parties centrales. Quand il s'agissait de tissus très durs, il valait mieux appliquer la cathode sur la partie malade; mais en cas de lésions toutes récentes et dolentes, il y appliquait l'anode, en calmant ainsi en même temps les douleurs. S'il s'agit de concrétions uratiques, on peut se servir de l'action dissolvante de l'électricité associée à celle de médicaments capables de dissoudre les urates. En ce but, on se sert de récipients métalliques mis en communication avec les pôles d'une batterie; dans un des récipients, il ne met que de l'eau chaude, et dans l'autre, une solution de carbonate de lithine en cas de goutte, de iodures et de sublimé en cas d'exostoses syphilitiques; l'extrémité malade est plongée dans le deuxième récipient. La séance est prolongée pendant un quart d'heure. L'intensité du courant est réglée selon la tolérance du malade; il est bien rare que l'on puisse arriver outre les 15 M.-A. Un cas de goutte notamment a donné de splendides résultats par ce traitement. Rappelons que celui-ci est employé couramment depuis 1890, mais qu'il est bon d'en donner de nouvelles confirmations.

Neurasthénie.
Franklinisation et Faradisation.

La franklinisation des obsédés est connue depuis longtemps; Bérillon et, antérieurement, Foveau de Courmelles l'ont préconisée (1), mais voici une méthode plus simple :

M. le docteur S. Sloan, médecin consultant au Samaritan Hospital pour maladies des femmes, à Glasgow, a obtenu, dans les cas d'insomnie d'origine nerveuse, des résultats très encourageants par l'emploi des courants faradiques, l'une des électrodes étant appliquée sur le front et l'autre, plus petite (2 centimètres 1/2 de diamètre), sur la nuque. L'électrode frontale, qui mesure 4 centimètres environ de diamètre, est mise en communication avec le pôle positif. Notre confrère a remarqué que plus le nombre de tours de spire de la seconde bobine est grand, plus l'effet de la faradisation est sédatif; aussi se sert-il d'une bobine comptant de 8.000 à 9.000 tours de spire. Il importe de mesurer aussi rigoureusement que possible l'intensité du courant, dont le maximum doit être de 1 milliampère. Pendant la première séance, on ne dépassera même pas un tiers de milliampère, et on aura toujours soin de n'augmenter l'intensité du courant que d'une façon très graduelle. Les applications durent un quart d'heure en moyenne et sont répétées deux ou trois fois par semaine. Il suffirait le plus souvent d'une demi-douzaine de séances pour amener la disparition complète de l'insomnie et des troubles nerveux dont elle s'accompagne (céphalalgies, cauchemars, secousses

(1) *Revue de Polytechnique médicale*, février 1893, et *Comment on se défend de la neurasthénie, de la folie*, 2 broch. 60 p., Paris, 1900.

nocturnes, etc.). Sur 46 malades des deux sexes chez lesquels M. Sloan a eu l'occasion d'instituer le traitement en question, 21 (45.5 0/0) furent radicalement guéris, 15 (32.5 0/0) présentèrent une amélioration très appréciable, 5 (11 0/0) ne virent leur état s'améliorer que d'une manière passagère ou peu sensible, et, enfin, 4 autres ne retirèrent aucun bénéfice de la faradisation. Ajoutons que celle-ci n'a eu d'effets fâcheux que dans un cas, où elle détermina quelques troubles légers, lesquels, du reste, ne tardèrent pas à se dissiper.

— Dans la neurasthénie, dont l'un des symptômes est l'insomnie, M. Lander Carter Gray (*Medical News*, décembre 1899) institue un traitement consistant : 1° dans l'éloignement et la suppression de la cause des phénomènes neurasthéniques; 2° dans le repos; 3° dans les toniques physiques et psychiques; 3° dans l'électrisation. L'électrisation aurait, d'après cet auteur, une grande valeur thérapeutique dans la circonstance; la forme qu'il préconise est la galvanisation cérébrale avec des courants de 2 milliampères (1) et la galvanisation spinale avec des courants de 5 à 6 milliampères. On peut ajouter à ces deux formes la faradisation générale des muscles du visage et le massage.

— Pour le *traitement électrique des troubles vésicaux neurasthéniques*, il faut agir d'abord d'une manière générale, dit M. D. Courtade, et donner le bain statique avec souffle sur la colonne vertébrale et la tête. Les étincelles ne seront employées qu'avec ménagement, à moins d'avoir affaire à une forme torpide.

(1) Voir communications du Dr Foveau de Courmelles au Congrès des Aliénistes et Neurologistes (Bordeaux, 1895) et du Dr S. Leduc au Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences (Nantes, 1898).

On agira ensuite localement. Dans le cas de phénomènes douloureux, le courant galvanique sera appliqué avec un pôle positif actif sur le périné et une large plaque, formant une électrode indifférente, appliquée soit sur la région abdominale antérieure, soit au niveau des dernières vertèbres dorsales. Dans le cas de phénomènes paralytiques, on peut électriser directement la vessie en employant le courant faradique de la bobine à gros fil, avec des intermittences lentes et le pôle négatif placé dans l'intérieur de la vessie remplie modérément d'eau salée à 7 pour 1000. Mais il est préférable, surtout en raison de la susceptibilité de ces malades à l'infection, d'agir d'une manière réflexe en employant le courant faradique à fil fin et intermittences rapides, avec un pôle indifférent placé sur le ventre ou les dernières vertèbres dorsales et un pôle actif porté successivement sur le périné et sur la paroi abdominale antérieure.

— *La coccygodynie*, symptomatique ou neurasthénique, peut se traiter, d'après M. Auvard (*Indép. méd.*, 1901), par l'électricité soit faradique, soit galvanique : 1° l'électricité faradique, en mettant un pôle dans le rectum et en promenant l'autre sur la surface sacro-coccygienne; 2° l'électricité galvanique, en plaçant les pôles de même et en faisant des renversements.

Substitution de la Franklinisation ou Maratisation (1) à l'induction.

L'électricité statique, qui jouait le rôle d'induction au XVIIIe siècle avant la découverte de celle-ci (Jallabert, Marat, ...) tend à reprendre son rôle d'excita-

(1) Le terme de franklinisation couramment appliqué à l'emploi de l'électricité statique en médecine est absolument inexact, Franklin n'a jamais fait d'applications thérapeutiques,

teur musculaire, c'est ainsi qu'en la *constipation*, la franklinisation hertzienne décrite en 1900 a donné d'excellents résultats (Bordier). On prend un excitateur rectal analogue à celui employé depuis longtemps pour l'induction, avec boule interne, tige isolée, mais avec boule externe reliée à l'armature négative d'une bouteille de Leyde, l'autre bouteille ayant son armature externe reliée au sol. On remplace avantageusement les contractions directes et externes sur les téguments de la fosse iliaque gauche. L'application se fait une dizaine de minutes. La *constipation* de l'entéro-colite muco-membraneuse cèderait pour le Dr Doumer au courant continu employé dix minutes avec 10 renversements de courant sur les fosses iliaques avec 50 à 100 mA. Une *hémiplégie* congénitale méconnue a pu céder à la franklinisation cérébrale prolongée (Tripier).

La même *électrisation sur le mamelon*, a un effet galactogène, comme l'induction également. Pour rappeler ou activer la sécrétion du lait chez la femme, au moyen de l'électrisation du mamelon, on procède de la façon suivante : La femme est placée sur le tabouret isolant et reliée à l'un des pôles de la machine à électricité statique. L'opérateur commence à éprouver la susceptibilité de la personne au moyen du souffle, puis rapprochant l'excitation, il obtient l'aigrette dont il accentue l'intensité selon la sensibilité plus ou moins

alors que Marat fit, sur ce sujet, couronner un important *Mémoire* à l'Académie de Rouen en 1783 et fit de plus un consciencieux ouvrage de *Recherches physiques sur l'électricité*. Il n'est pas jusqu'à l'idée du cerf-volant pour étudier la foudre atmosphérique qui ne fut victorieusement disputée par le magistrat français de Romas à Franklin, ainsi qu'en décida l'Institut de France (voir *Marat inconnu* de A. Cabanès, et *Marat électrothérapeute*, in *Electricité curative* de Foveau de Courmelles).

grande de la région aréolaire du sein. Si cette manœuvre est bien supportée, il en arrive à la production d'étincelles entre le mamelon et l'excitateur ainsi qu'au niveau au creux sus et sous-claviculaires pour agir sur la branche mammaire du plexus brachial. L'excitateur pourra porter aussi sur les troisième et quatrième nerfs dorsaux. Les séances d'une durée moyenne de 12 minutes sont répétées toutes les 24 heures. M. Bédart, de Lille, a obtenu 11 succès sur 13 cas et cela, après 4 séances d'électrisation seulement. Plusieurs fois il a suffi d'électriser l'un des seins pour voir celui du côté opposé, se remettre à sécréter abondamment sous l'influence de la prorogation du réflex sécrétoire du côté traité, au côté non électrisé.

Pour les *Vertiges auriculaires*, le Dr Libotte l'emploie avec une électrode auriculaire isolée sauf à son contact interne excitant le tympan, les osselets et la contractilité de leurs muscles. Le patient est isolé et relié au pôle positif. Un excitateur en bois règle facilement l'intensité du fluide, suivant la susceptibilité plus ou moins grande du malade, de façon à ne provoquer aucune sensation douloureuse.

Avec ce procédé, exempt des inconvénients propres au traitement médicamenteux (bromures, pilocarpine, quinine, etc.), les vertiges, les céphalalgies et les bourdonnements d'oreilles disparaîtraient rapidement, en même temps que l'ouïe s'améliorerait d'une manière sensible.

Electricité statique et phtisie pulmonaire.

M. V. Nikolsky (Wratch, n. 15, 1900) (1), s'est servi de la machine de *Wimshurst*, dont le pôle positif com-

(1) L'adjonction médicamenteuse a été faite par Arthuis, 1873. Foveau de Courmelles, 1890, Crottes, 1894, ...

muniquait avec le malade et le pôle négatif avec la terre. La durée d'une séance ne dépassait pas cinq à six minutes. Parmi les 20 phtisiques soumis à l'action de l'électricité statique, 14 ont éprouvé une amélioration sensible ; chez 6 malades ce traitement est resté sans effet. L'auteur croit pouvoir conclure que l'électricité statique exerce une action très favorable sur la marche de la phtisie pulmonaire au début. L'amélioration s'observe déjà après un petit nombre de séances. Ce traitement est contre-indiqué chez les malades prédisposés à l'hémoptysie et chez lesquels le processus destructif a fait de grands progrès. Ajoutons que le traitement statique fut appliqué par l'auteur chez les phtisiques à *Abas-Fouman*, une station sanitaire au Caucase, où les conditions climatiques contribuent beaucoup à améliorer l'état général des phtisiques. On sait, d'après Schatzky, que l'électricité statique peut s'accompagner profondément d'électrolyse, on a essayé aussi avec succès de cette façon la pénétration médicamenteuse.

Action curative de l'oxygène et de l'ozone sur les blessures et les ulcères (1).

Il existe, à Londres, un établissement fondé par un Comité, recruté dans le grand monde charitable, pour la cure par l'oxygène des ulcères, blessures, plaies, brûlures, etc. Ce *Sanatorium*, qui porte le nom d'*Oxygen House,* est dirigé par le docteur G. Stoker, qui, depuis plusieurs années, s'est dévoué à l'application de l'oxygène au traitement de diverses maladies et a obtenu des résultats magnifiques comme soulagement des souffrances et guérison des patients.

Le docteur Stoker vient de publier une brochure

(1) Andreoli, *Revue internationale d'électrothérapie.*

dans laquelle il rappelle les principales occasions où l'oxygène a eu raison de maladies contre lesquelles les médecins et les chirurgiens s'étaient déclarés impuissants.

Ce que l'oxygène fait, l'ozone le fait à plus forte raison dans des conditions beaucoup plus rapides, plus plus énergiques et plus salutaires. C'est là notre justification pour l'article que nous écrivons, puisque l'oxygène n'est pas du domaine de l'électricité, tandis que l'ozone en est essentiellement.

Le docteur Stoker, qui a été chef d'ambulance pendant la guerre russo-turque et qui a pris part à l'expédition contre les Zoulous, nous dit que l'idée de l'utilisation de l'oxygène comme moyen curatif lui est venu en voyant que les Zoulous, quand ils sont blessés, se font porter sur les montagnes où, sans bandages et sans remèdes, l'air pur les guérit généralement.

Sans mettre en doute l'assertion du docteur Stoker, nous nous permettrons de dire que les propriétés bienfaisantes de l'air pur et de l'oxygène ne sont pas restées inconnues jusqu'à la fin du XIXe siècle, mais cela ne diminuera en rien l'honneur qu'il a mérité en prenant cette initiative de la création de l'*Oxygen House* de Fitzroy-Square.

Suivant les cas, il se sert d'oxygène pur ou d'un mélange d'air et d'oxygène. Il préfère que l'application du gaz oxydant se fasse d'une façon continue, et il a imaginé des appareils pour oxygéner localement les parties malades, les bras, les jambes, les yeux, les oreilles, le nez, la tête, etc.

Son procédé consiste à laver la plaie, puis à l'envelopper d'un appareil en caoutchouc dans lequel arrive de l'oxygène dilué de 50 % d'air, car bien souvent l'oxygène seul peut provoquer une douleur ; l'air, comme de juste, est purifié par un passage dans l'eau de chaux

et une solution de permanganate. Il affirme qu'au point de vue de la douleur, l'oxygène dilué cause un soulagement immédiat et, comme exemple, il cite le cas d'une femme qui souffrait d'une ulcère chronique et qui, vingt-quatre heures avant l'application de l'oxygène, disait que, pour la première fois depuis huit ans, elle avait pu dormir sans ressentir de douleurs.

En général, ces ulcères chroniques sont durs et secs; mais l'oxygène, au bout d'une douzaine d'heures, provoque une suppuration qui diminue bientôt, pour faire place à une reformation des tissus. Les plaies tuberculeuses disparaissent après un traitement très court, et le docteur G. Stoker est si fière de ce système, qu'il n'hésite pas à dire que l'honneur en rejaillira non seulement sur les Écoles médicales anglaises, mais sur l'Angleterre elle-même. Il est de fait que l'oxygène a guéri des maladies considérées comme incurables; au point de vue humanitaire, c'est indiscutable; au point de vue de l'argent, c'est une économie considérable dont les hopitaux bénéficieront largement, puisque certaines maladies, par les traitements habituels, ne guérissent pas ou ne guérissent que très lentement, et l'auteur cite l'exemple d'une incurable, dont une plaie, ayant une surface purulente de 32,5 centimètres sur 17,5 centimètres, a été complètement cicatrisée en six semaines.

Il est nécessaire de laver l'endroit malade deux fois par jour avec de l'eau tiède, parce que l'oxygène forme une pellicule sur les bords de la plaie, à l'endroit où la peau renaît. Dans les cas d'ulcères des muqueuses nasales et de maladies des yeux et des oreilles, il suffit de faire plusieurs insufflations d'oxygène par jour.

L'examen bactériologique des plaies en voie de guérison a démontré que l'oxygène développe les micro-organismes, tels que le *staphylococcus albus* et le

staphylococcus aureus, qui sont considérés comme favorisant la cicatrisation, tandis que les micro-organismes dangereux, tels que les *streptococci*, les bacilles *fluorescens*, les bacilles *fœtidus*, les bactéries bâtonnées, sont arrêtés dans leur action ou bien détruits.

D'autre part, MM. Arthur Ransome et Alex. Foulerton rendent compte, dans une note présentée à la *Royal Society*, de Londres (14 février 1901), de leurs recherches sur l'influence exercée par l'ozone sur certaines bactéries.

Les expériences faites montrent que l'ozone à l'état sec et au degré de force employé par les auteurs, n'exerce aucune action appréciable sur la vitalité des diverses bactéries soumises aux expériences ; les résultats obtenus confirment d'ailleurs ceux indiqués déjà par Sonntag et Ohlmuller. Même prolongée, l'action de l'ozone ne diminue en aucune façon la virulence pathogène du *B. tuberculosus* dans les crachats ; de même l'ozone n'aurait que peu d'action — s'il en a — sur la virulence du *B. mallei* et du *B. anthracis*.

D'un autre côté, les expériences semblent confirmer la conclusion de Ohlmuller à l'égard de la propriété bactéricide de l'ozone quand il passe à travers un milieu fluide contenant des bactéries en suspension.

A l'état sec et dans les conditions où il se produit dans la nature, l'ozone n'est donc capable d'aucune action sur les bactéries autant qu'on en peut juger par les expériences. L'influence épurative qu'il peut exercer dans la nature devrait donc être attribuée à l'oxydation chimique directe des matières organiques, oxydation n'empêchant pas l'action des bactéries qui, elles aussi, travaillent pour transformer la matière organique morte en substances non putrescibles plus simples.

Le docteur Stoker dit encore qu'il s'occupe en ce

moment d'appliquer l'ozone à la cure de ces maladies, et il est rationnel de le faire, car l'ozone est un meilleur oxydant et surtout un bien meilleur germicide que l'oxygène. On n'a pas toujours l'oxygène à sa disposition; quand on l'a, l'oxygène ozonisé rend de bien plus grands services; quand on ne peut se le procurer, des injections d'air ozonisé au moyen d'un inhalateur actionné par une poire en caoutchouc ou par un dispositif, sont tout à fait suffisantes, et nous connaissons des cas d'ulcères chroniques et de plaies complètement guéris en très peu de temps, par un traitement de deux à trois insufflations d'air ozonisé d'une demi-heure chacune par jour. Il y a bien des années déjà que le professeur Lauter Brunton, dans sa *Materia Medica*, disait que l'oxygène, dans les cas de blessures, facilite la circulation et agit comme stimulant, qu'il produit un effet bienfaisant sur la surface des ulcères scrofuleux, syphilitiques et dans des cas de gangrène, et il ajoutait que l'ozone avait été recommandé pour le traitement des maladies dans lesquelles l'oxygène est employé, et aussi dans les cas de contagion et de diphtérie où il sert à détruire les micro-organismes pathogènes. Depuis, il n'y a que six à huit mois de cela, le même docteur L. Brunton, professeur à l'hôpital Saint-Bartholomew de Londres, disait dans une conférence aux étudiants auxquels il faisait voir le fonctionnement de tubes lumineux à ozone, que dans le temps on ne parlait que d'oxygène et très peu d'ozone, parce qu'on n'avait pas de petits générateurs d'ozone, mais qu'à présent, partout où autrefois on se servait d'oxygène, il leur recommandait d'avoir recours à l'ozone pour le traitement des maladies (1).

(1) Certains usages hygiéniques, antiseptiques, voire commerciaux, ont été obtenus par la *Société Industrielle de l'Ozone* de la Haye : stérilisation de l'eau impure et colorée, du café, des huiles, de la cire,...

Ozone et Coqueluche.

Une épidémie de coqueluche ayant eu lieu à Vienne, M. Vernay, reprenant les idées de MM. Oudin, Labbé, Foveau de Courmelles, a soigné, depuis deux mois, vingt-huit enfants de trois à sept ans, à différentes périodes, et chez tous, il a obtenu la guérison après douze jours de traitement.

Voici comment il procède :

Les séances doivent avoir lieu une, deux, trois fois par jour, si c'est possible, et ont chacune une durée de vingt à trente minutes avec quatre temps de repos de une ou deux minutes chaque.

L'enfant, placé devant l'ozoneur, respire à une distance de 20 centimètres, dont il se rapproche petit à petit, 15, 10, 5 centimètres, pour venir finalement aspirer par le nez mis dans le pavillon de l'ozoneur et expirer par la bouche, de telle sorte que le *modus faciendi* (qu'il faut enseigner même aux petits malades) peut être comparé à celui qu'on fait lorsqu'on veut respirer le parfum d'une fleur, mouvement qui est fatalement suivi de l'ouverture de la bouche qui rejette l'acide carbonique, sans crainte qu'il entre dans l'appareil.

Quant à la production de l'ozone, on l'obtient en actionnant avec les piles nécessaires une bobine à fil fin donnant 12 centimètres d'étincelle ; mais au lieu de se servir de l'oxygène de l'air, on ozonise de l'oxygène sous pression qu'on fait passer dans un ou plusieurs flacons laveurs pouvant contenir de la liqueur de goudron, du menthol, du thymol ou toute autre substance médicamenteuse se volatilisant à froid, de façon à masquer l'odeur de l'ozone, que certains malades trouvent désagréable à respirer.

Pour le traitement de la tuberculose, l'auteur fait, comme Foveau de Courmelles, passer l'oxygène après s'être ozonisé dans des flacons contenant du gaïacol, de l'eucalyptol, etc., et, sans prétendre vouloir guérir tous les tuberculeux, il croit devoir déclarer que dans sa carrière de praticien, de tous les traitements qu'il a employés ce sont de beaucoup les inhalations d'oxygène ozonisé chargé de vapeurs médicamenteuses qui lui ont donné les meilleurs résultats.

L'ozone et ses rapports avec la grippe.

M. Eydam (1), contrairement aux observations de Schönbein, qui fit connaître l'ozone, de Baker (aux quatorze années de recherches à Lausing), de l'abbé Fortin, Foveau de Courmelles (voir Année Électrique de 1900), les résultats de M. Eydam en ses études sur l'ozone de l'air en rapport aux épidémies de grippe, en réunissant les chiffres de la quantité d'ozone de l'air de Brunswick depuis 1883, en un tableau, selon l'échelle de Lender, a trouvé que, dans les derniers mois de 1889, l'ozone de l'air était en quantité très petite et, selon l'auteur, cette circonstance fut favorable à l'intensité de la multiplication du bacille de l'influenza, qui dès décembre 1889 à avril 1900 fut assez forte à Brunswick. M. Eydam croit donc que les épidémies d'influenza dépendent de la diminution de l'ozone de l'air. C'est pourquoi M. Eydam conseille de corriger l'air des chambres, etc., par l'évaporation de l'huile de térébenthine sur des plaques d'argile poreuse, car cette huile donne de l'ozone. La Société Épidémiologique et le Service ozonométrique de France sont arrivés à des résultats absolument contraires et à prescrire les

(1) *Zeitschrift für diätetische und physikalisthe Thérapie*, Bd. IV., H, 8, 1901.

alcalis, l'ammoniaque notamment, qui réussit merveilleusement dans la chambre des malades grippés.

— Contrairement à Gautralet, Baur nia, en 1901, que l'ozone forme dans le sang de la méthémoglobine stable.

Aimants et Corps étrangers.

L'extraction d'éclats de fer dans l'œil par l'aimant a continué de donner des succès. M. J. Holmstrom s'est servi de l'aimant de Haab 31 fois, mais il faut parfois préférer celui de Hirschberg, moins puissant et attirant plus lentement, et sans léser, l'éclat métallique. — Après une trachéotomie, M. Piéchaud a de même extrait un clou de la bronche gauche d'un enfant de trois ans. — M. Collet peut ainsi détuber : il suffit d'introduire l'extrémité recourbée de l'électro-aimant dans le pharynx et de la pousser, derrière la base de la langue, dans la direction du larynx, jusqu'à ce qu'elle ait pris contact avec le tube ; on sent alors que l'instrument est immobilisé ; on n'a qu'à le retirer pour ramener le tube avec. La détubation peut se faire d'une seule main, car il n'est pas nécessaire d'aller reconnaître le tube avec l'index gauche ni même de relever l'épiglotte. L'armature s'insinue facilement derrière celle-ci, à moins qu'elle ne soit très procidente. Cette détubation instantanée, qui ne nécessite ni notions spéciales, ni apprentissage, peut être pratiquée par n'importe qui ; elle se recommande à tous les médecins par son extrême facilité ; peut-être aussi pourra-t-elle rendre quelques services dans les cas d'obstruction subite des tubes qui sont rapidement suivis de mort par asphyxie. En tous cas, les essais faits devant des médecins compétents ont donné un résultat parfait.

CHAPITRE XIII

LA RADIOGRAPHIE

Nouvelles sources de rayons X. — Nouvelles propriétés radioactives. — Transformateur d'induction. — Nouveaux dispositifs. — Nouveaux interrupteurs. — Rayons X et falsifications pharmaceutiques. — Position organique des corps étrangers opaques. — Rayons X et diagnostics pulmonaires. — Examen du cœur. — Radioscopie abdominale. — Radiographie, fractures et articulations. — Accidents des rayons X.

Nouvelles Sources de Rayons X.

Le *radium* jouit de propriétés vraiment extraordinaires ; dès qu'on l'extrait de la boîte où on le garde précieusement à l'abri de la lumière, il brille d'un éclat *radieux*, grâce aux *rayons de Becquerel* qu'il émet. M. Berthelot en a étudié les actions chimiques très curieuses (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 28 octobre 1901), les colorations ou transformations de corps, la réduction de divers composés... Le radium est cher, 50,000 francs le gramme. M. Becquerel a exécuté une série d'expériences bien intéressantes avec le radium : l'éclat engendré par le tube contenant le précieux métal était si vif qu'on le percevait très nettement sur le plafond, et d'une pénétration telle que les vêtements de l'opérateur étaient traversés de part en part, cela avec 1 décigramme. Ce rayonnement, cette radiation serait due à une émanation en tout semblable à celle que produit le musc, et la perte par le rayonnement ne serait que de 1 milli-

gramme en 1,000 ans pour une surface d'un centimètre carré. On dit qu'il brûle ou guérit certaines plaies (Voir *Photothérapie*), empêche certaines graines de germer, il agit sur les corps phosphorescents et fluorescents comme les rayons X, transforme l'oxygène en ozone, actionne les plaques photographiques, colore la porcelaine ou le verre. Le *polonium* et *l'actinium*, autres substances radifères extraites des minerais d'uranium, de thorium, de pechblende, de chalcolyte, ont les mêmes propriétés.

La science ne peut qu'enregistrer, sans expliquer (V. *Préface*). Provisoirement la théorie de l'émission de Newton revient d'actualité : le système d'après lequel chaleur et lumière se transmettent à l'aide de corpuscules matériels émis par les corps lumineux ou chauds ; nous nous expliquons aussi bien simplement les phénomènes lumineux, et pourquoi le soleil (à supposer qu'il soit un bien gros morceau de radium) puisse nous éclairer des milliers de siècles sans que son éclat et sa chaleur semblent éprouver de défaillances.

— Il est possible de *produire directement dans l'air les rayons X*, que l'on croyait être obtenus seulement dans le vide de Crookes, d'après M. A. Nodon, qui l'a démontré expérimentalement ; ils naissent sous l'influence double d'un champ électrique et de radiations ultra-violettes. Entre les deux armatures d'un condensateur à arc, créées au champ électrique et sur l'une des armatures, dirigez un pinceau de radiations ultra-violettes et vous produirez les rayons X. Les propriétés générales de ces rayons X, directement produits dans l'air, sont absolument identiques aux rayons obtenus par les ampoules de Crookes.

Nouvelles propriétés radiographiques.

Les rayons X frappant les corps s'y transforment en acquérant souvent des propriétés nouvelles. L'étude de l'action électrique des rayons secondaires émis par un corps permet d'y reconnaître la présence d'une petite quantité d'un élément relativement très actif, par exemple le cuivre, le fer, dans l'aluminium. De là aussi une méthode pour chercher à découvrir des éléments nouveaux, analogue à la méthode de M. et Mme Curie, qui repose sur l'activité spontanée de certains éléments particuliers (découverte du polonium, du radium, de l'actinium); la méthode précédente serait bien moins sensible, mais, par contre, plus générale. Les rayons secondaires, après choc sur le zinc, l'étain, et surtout le platine ou sur le plomb sont chargés négativement (Curie et Sagnac). L'addition des écrans en plomb pour les radiographies, entourant la personne ou l'objet, peut donc être utile (H. Bertin-Sans et J. Gagnière). L'air absorbe ces rayons secondaires, qui seraient des rayons chimiques, de même que des ultra-violets, frappant des métaux électrisés ou non, peuvent donner des rayons cathodiques particuliers (Righi et Renard). La transparence de la matière pour toutes ces radiations dépend de la masse et de la nature des corps et de la qualité des radiations (L. Benoist). La durée de l'*émission* des rayons X (B. Brunhes) serait plus que négligeable, l'étincelle et le choc des molécules gazeuses sur la cathode du tube de Crookes étant simultanés; cette mesure des vitesses des rayons X a été aussi tentée par MM. L. Benoist et H. Morize, Colardeau,... L'intervalle explosif qui donne plus ou moins de rayons X peut se régler selon la longueur et la position de l'é-

tincelle, la nature du gaz et les dimensions du tube (Winckelmann), avec l'étincelle équivalente (Chabaud) ou le spintermètre (Béclère).

Transformateurs d'induction.

Les transformateurs dissymétriques inaugurés par MM. Wydts-Rochefort,... et vantées pour la télégraphie sans fil reçoivent aussi des applications médicales (*endodiascopie*) avec ou sans *analyseur* ou *égaliseur* d'induction. (*L'Année Electrique*, 1900.) Les générateurs unipolaires électrostatiques rentrent dans cet ordre d'idées. La bobine à haute tension Ropiquet permet un ensemble uni ou séparé de 2, 3, 4 bobines.

Un nouveau transformateur est composé de deux bobines concentriques, l'une inductrice, l'autre induite; il permet de réaliser les diverses formes de courant induit (Radiguet et Massiot), bipolaire symétrique, bipolaire dissymétrique, unipolaire, selon le groupe même de l'induit supposé divisé en quatre parties égales, avec graduation des étincelles de chacune des combinaisons en réduisant la dépense du courant primaire à la valeur strictement nécessaire pour chacune des longueurs de la nature d'induit voulue. Il permet aussi d'utiliser en même temps plusieurs portions de l'induit comme transformateur distinct.

Il est caractérisé par la combinaison : 1° d'un induit divisé en fractions dont les connexions se font extérieurement; 2° d'un inducteur placé dans l'intérieur de l'induit, composé de diverses couches de fils roulés sur un faisceau de fer doux, chaque couche étant formée par un fil différent comme diamètre, longueur, résistance et nombre de tours. Les extrémités de chacun de ces fils aboutissent à un commutateur permet-

tant de les employer en totalité ou séparément et de les grouper à volonté. — Citons encore le *transformateurs Ropiguet*, et la propriété d'augmenter à volonté dans les bobines la longueur de l'étincelle en diminuant la capacité et le di-électrique interne (Arnoux).

Nouveaux dispositifs.

M. P. Villard, reprenant ses *soupapes* cathodiques, décrites l'an dernier, a continué à appliquer les courants alternatifs à la production des rayons X. M. Chabaud a également construit un transformateur dans ce but; les résultats se rapprocheraient de la machine statique, comme netteté et fixité des images. Un transformateur-condensateur de M. Villard comprend deux courtes bobines de Ruhmkorff montées sur un noyau de fer unique; il peut servir à volonté, selon les soupapes, à la radiographie et la radioscopie simples ou à la stéréoradioscopie; un minuscule moteur synchrone hexapolaire entraîne un disque à trois ouvertures équidistantes formant un *oculaire* stéréoscopique synchrone réalisé par M. Chabaud. Les corps étrangers peuvent être ainsi déterminés en position dans l'organisme; grâce à un écran avec réticule métallique et une équerre en bois avec un côté métallique, MM. Bilhaut et Perdu arrivent très simplement à un résultat analogue suffisant. MM. L. R. Régnier et M. Baudouin ont fait également un système à double tube de stéréoradioscopie.

Nouveaux interrupteurs.

Le Dr Ch. Colombo, à l'Institut kinésithérapique de Rome, applique *un interrupteur à croissant* sur une bobine dont le fil secondaire atteint 500 kilomètres de longueur, mais n'a qu'un quart de millimètre de diamètre; tandis que le fil primaire a 500 mètres de long

avec un diamètre de $2^{mm}5$, elle fournit une étincelle de 1 mètre 4 centimètres de longueur. Sur l'axe d'un corps cylindrique creux d'à peu près un litre de capacité, est monté un arbre qui reçoit son mouvement de rotation d'un moteur quelconque. Sur cet arbre est fixé un *demi-disque* (croissant) en acier. Le demi-disque (croissant) faisant masse avec l'arbre, et par conséquent avec la boîte métallique, la partie qui leur apporte le courant en sera soigneusement isolée, et constitue un *balai*. Si alors le balai touche la partie pleine du disque, le courant passera, tandis que si le balai tombe dans un vide, le courant ne passera pas. La forme la plus fréquente de contact est le demi-disque ; il y aura donc courant pendant une moitié de son évolution, et interruption pendant l'autre moitié; le nombre des interruptions est donc ici directement fonction du nombre des tours. Les petits moteurs électriques à vitesse réglable font de 500 à 3.000 tours par minute; on aura aussi à volonté de 500 à 3.000 interruptions, ce qui est une belle marge. Si l'on voulait plus, au lieu de se servir de la moitié d'un disque, on partagerait le disque en 4 parties, 2 pleines et 2 vides; on aurait ainsi de 1.000 à 6.000 interruptions. Partageant le disque en 8 parties, on obtiendrait 12.000 interruptions, et le partageant en plus encore, on arriverait à des chiffres énormes. Plus les interruptions deviennent fréquentes, plus les temps, pendant lesquels le noyau subit l'aimantation, sont courts; car il intervient ici des phénomènes d'*hystérésie,* c'est-à-dire du retard de magnétisation et de démagnétisation. Le magnétisme n'intervient pas immédiatement dès le passage du courant, comme il ne cesse pas immédiatement après son passage; de la même façon qu'une roue de moulin ne se met pas immédiatement en marche, dès que l'eau lui tombe dessus, ni ne s'arrête immédiatement dès

que le liquide cesse d'affluer, à cause des phénomènes de l'inertie. L'*hystérésie* serait l'inertie magnétique qui intervient ici. Aussi, plus on va vite et moins on magnétise, et par conséquent moins ont d'intensité les décharges secondaires; ce qui fait que les grandes fréquences ne peuvent pas s'obtenir par l'interrupteur, qui, en réalité, possède une action bien plus limitée qu'on ne le croit, et qui, pour bien fonctionner, doit fonctionner *d'autant plus lentement que la bobine est plus grosse*. Il s'agit ici des fréquences des périodes de magnétisation et de démagnétisation, et non des courants *à haute fréquence* que justement on devrait appeler *courants à courte période*, et qui s'obtiennent avec une bonne marche, *pas trop rapide*, de l'interrupteur, et par les oscillations des décharges du condensateur. Une bonne marche de l'interrupteur doit donner une longue étincelle, bien nourrie; une marche trop rapide supprime l'étincelle et donne l'effluve. L'interrupteur à croissant marche immergé dans le pétrole; 2 tubes, attachés à son enveloppe, permettent de remplacer ce liquide lorsqu'il s'échauffe, et permet, par conséquent, de marcher avec continuité pendant des heures entières. Cet interrupteur se prête à tout ce qu'on *peut demander* de l'interruption, et permet, si l'on veut, d'avoir une magnétisation longue et une rupture courte; il suffit d'employer pour cela trois quarts de disque au lieu d'un demi, de façon à ce que le courant agisse pendant les trois quarts d'une révolution, et n'agisse pas, pendant un seul quart.

— Un *interrupteur à turbine* a aussi été fait ces temps derniers par MM. Lecarme frères et Michel.

— *L'interrupteur Contremoulins-Gaiffe* se compose en principe d'un disque armé de deux coquilles de cuivre rouge, isolées l'une de l'autre, occupant environ 160° de cercle, qu'on anime d'un mouvement de rota-

tion plus ou moins rapide et sur lesquelles frottent des balais en charbon. Un de ces balais est fixe et l'autre peut se déplacer suivant un cercle ayant pour centre l'axe de l'interrupteur. Le courant entre par un des balais et ressort par l'autre lorsque les deux balais touchent en même temps sur une même coquille. On voit aisément que quand les balais sont calés à 180° l'un de l'autre, le courant ne passe jamais et que si on diminue l'angle des balais, le temps de contact de ces derniers sur la même coquille va en augmentant. On peut donc avec cet interrupteur régler le courant sur la bobine aussi facilement que l'on veut.

Les avantages sont :

Suppression absolue du mercure. Réglage simple de l'intensité qui passe dans la bobine, à tel point qu'on peut faire donner depuis 2 m/m jusqu'à 5 c/m d'étincelle, par exemple, à une bobine montée sur 110 volts sans aucun rhéostat en série. L'appareil complet comporte donc : un moteur électrique destiné à faire toucher l'interrupteur, un rhéostat pour régler la vitesse, les commutateurs, bornes et plombs fusibles nécessaires.

Rayons X et falsifications pharmaceutiques.

— L'opacité aux rayons X tient très probablement aux différences de poids atomiques des éléments qui composent les substances observées : un corps à faible poids atomique n'offre qu'une faible résistance au passage des rayons X ; par contre, un corps à poids atomique considérable opposera à ces mêmes rayons une résistance variable qui peut aller jusqu'à l'opacité complète. C'est sur ces données déjà appliquées à la charge des doses que M. Wilbert s'appuie, dans *American Journal of Pharmacy*, et dans les *Annales de Chimie analytique*, pour indiquer l'usage que l'on peut faire des Rayons

Rœntgen dans la recherche des falsifications des drogues pharmaceutiques, Nous reportant aux idées que nous venons d'émettre sur la résistance opposée par les corps aux rayons X en raison directe de leur densité, examinons, si l'on veut, un mélange à poids égaux de carbonate de lithine, bismuth, chaux, soude, fer et plomb. Lithine et soude sont très perméables aux rayons Rœntgen, fer et chaux très peu, et bismuth et plomb pas du tout pour ainsi dire. Les végétaux, en moyenne, partie constitués d'hydrate de carbone (oxygène, hydrogène, carbone), jouissent d'une transparence qu'on atténuera à volonté par l'adjonction de matières minérales, sable, gravier. On comprendra dès lors les services que rendra ce mode d'examen dans les drogues pharmaceutiques : opiums, benjoins, aloès, résines et sucs divers, toutes substances en un mot dépourvues d'aspect et de structure microscopique particuliers et définis.

Examen des Poumons.

La transparence bien nette des poumons à l'écran fluorescent prouve leur intégrité; les opacités révèlent des lésions, et selon leur place, sommets ou bases, indiquent la tuberculose, même débutante, ou des pleurésies, pneumothérapie... Le fonctionnement du diaphragme doit être parfait et symétrique ; à moins d'anciennes pleurésies ou d'autres causes diagnostiquées, ses anomalies indiquent des prédispositions tuberculeuses (Bonnet-Léon et Williams) ; l'abaissement amoindri révèle le côté lésé. On se place toujours de façon à voir le mieux possible, ce qu'on a appelé depuis peu la position d'*incidence normale des rayons.*

— MM. Variot et Chicotot préfèrent, pour le diagnostic de la pneumonie franche chez l'enfant, la radioscopie

plus nette que la radiographie. Maragliano remarqua en 1897 que les infiltrations des poumons produisent de l'opacité, qui est plus notable s'il s'agit d'infiltrations lobaires, et moins considérable en cas d'infiltrations lobulaires et de bronchopulmonite. On peut limiter la surface d'examen des sommets, soit par un petit fluoroscope allongé (Foveau de Courmelles), soit par un diaphragme iris (Béclère).

Pour l'*adénopathie trachéo-bronchique*, le Dr Seiallero (de Gênes), fait l'examen radioscopique en diagonale et regarde par le côté postérieur gauche, par exemple, si les rayons X proviennent du côté antérieur droit. On remarque alors, chez le sujet normal, une bande de poumon claire, limitée à droite par le rachis et à gauche par le sternum ; on perçoit le paquet vasculaire ; s'il y a des vaisseaux dilatés, ils donnent une opacité complète sur les bords, tandis qu'au milieu la bande se maintient très claire, à moins qu'il n'existe des anévrismes, dont le diagnostic ne présente alors aucune difficulté.

Examen du cœur.

Le diaphragme s'abaisse plus à gauche qu'à droite, à cause du foie ; le cœur, s'il est hypertrophié, repose parfois sur lui. On examine antérieurement surtout le cœur, plus rarement postérieurement. L'ombre du cœur est plus nette à la fin de l'inspiration ; à ce moment, le thorax rempli d'air se dilate au maximum, le diaphragme s'abaisse, la pointe du cœur se dessine beaucoup mieux, ainsi que le contour général du cœur gauche. A l'examen de l'écran, la contraction cardiaque se révèle surtout par l'examen du cœur gauche et notamment de la pointe ; à chaque révulsion cardiaque, on la voit remonter et se porter à

gauche (1). Cette projection, à gauche de la pointe du cœur, c'est la projection présystolique ; on l'a démontré en combinant l'examen de l'écran fluoroscopique avec l'exploration au stétoscope. On voit alors que c'est avant la systole que se produit le soulèvement et la projection de la pointe du cœur à gauche. Cette présystole correspond à la contraction des auricules ; quant au mouvement de retrait, il correspond à la systole du ventricule et coïncide avec le premier bruit du cœur. Autre chose à noter. Le soulèvement apparent est dû souvent non pas à la pointe, mais à d'autres parties du cœur. En général, c'est la pointe qui le produit, mais cela n'est pas toujours vrai ; chez les sujets sains, en réalité, ce n'est souvent pas la pointe, mais la partie du cœur qui se trouve le plus près du sternum et, par suite, le plus en rapport avec la paroi thoracique et cette partie peut correspondre, soit à l'oreillette, soit au ventricule.

Le cœur gauche peut donc être exploré assez facilement, grâce à la radioscopie. Quant au cœur droit, son examen est plus difficile et il échappe presque complètement à l'examen radiographique ; et, pour l'examiner, il faut placer le sujet obliquement, en prenant une vue oblique postérieure. On peut alors voir bomber la partie postérieure de la colonne vertébrale. C'est ainsi que Bouchard a pu, pendant l'inspiration, voir que l'oreillette droite et le bord droit du cœur donnaient une ombre qui dépassait légèrement celle de la colonne vertébrale. Il a établi également, de la même façon, que l'oreillette gauche augmente de volume pendant l'inspiration. La radioscopie permet également de cons-

(1) Cette description de l'examen actuel aux rayons X a été faite par le Dr Ch. Achard, en une de ses leçons de l'hôpital de la Charité, recueillie par Mlle la Dsse Bonsignorio, et quelque peu complétée par l'*Année électrique*.

tater que, sous l'influence des changements d'attitudes du corps, l'aire du cœur peut varier. Chez les enfants, dont les parois thoraciques sont plus transparentes que chez l'adulte, Variot et Chicotot, qui ont fait de nombreuses expériences, ont constaté que, sous l'influence des changements d'attitudes, le déplacement de l'ombre cardiaque était notable.

Lorsque le sujet est placé latéralement, de profil devant l'écran, au devant du cœur, on trouve un petit espace clair, c'est l'espace rétro-sternal, et en arrière un autre espace, c'est l'espace rétro-cardiaque. L'exploration du cœur se fait donc à peu près exclusivement par la vue antérieure ou par la vue postérieure ; grâce à ces procédés radioscopiques, on peut déterminer exactement l'aire du cœur. L'aire du cœur obtenue par la percussion, par une main habile et exercée à déceler les variations de forme, de volume, et de position, l'est *identiquement* par l'examen radioscopique plus facile et concordant. La dilatation des cavités droites du cœur, de l'oreillette droite en particulier, est difficile à constater par la percussion ; elle est un peu en arrière de la paroi thoracique, et elle échappe ainsi à ce mode d'exploration. De même, chez les emphysémateux, une langue de poumon peut s'interposer entre le cœur et le thorax, en sorte que cela peut être un sujet d'erreur. La radioscopie donne exactement l'ombre du cœur et particulièrement celle de l'oreillette droite, lorsque le sujet se trouve placé dans des conditions favorables.

La détermination de l'*aire du cœur* demande quelques précautions. Si on plaçait l'ampoule très près du cœur, en avant ou en arrière du malade, on aurait une ombre déformée et plus étendue que la réalité. Il faut placer l'ampoule en un point qui ne soit pas trop rapproché, tandis que l'écran doit, lui, être placé très près du dos du malade. On rend les rayons aussi parallèles

que possible. On peut se servir pour cela du diaphragme de plomb, qui permet de n'apercevoir successivement qu'une partie limitée de l'ombre cardiaque ; il faut déplacer le diaphragme et déplacer l'ampoule radiogène, de façon à n'avoir exactement que des rayons parallèles. En déplaçant l'ampoule, en même temps que le diaphragme de plomb, on aura d'une façon précise les différents points qui correspondent aux différentes régions de l'ombre cardiaque. Pour cette mensuration (Leclère), le sujet examiné et l'écran demeurant immobiles, on déploiera l'ampoule, parallèlement à l'écran, de telle sorte que le point en question, le point d'incidence normale des rayons, se confonde successivement avec le bord droit et avec le bord gauche de l'ombre radioscopique du cœur, c'est-à-dire de telle sorte que l'incidence normale des rayons Rœntgen soit successivement tangente au bord droit et au bord gauche du cœur. Il suffira de mesurer sur l'écran immobile la distance entre les deux points ainsi notés l'un après l'autre, à l'aide d'un calque, pour obtenir exactement, sans calcul, le diamètre correspondant du cœur (Variot et Chicotot). La même opération sera répétée pour chacun des diamètres du cœur. La comparaison entre les deux données de la percussion du cœur et de l'examen radioscopique, a fourni des résultats identiques (Santiard).

Dans l'état pathologique, l'ombre radioscopique subit des modifications très appréciables. Il y en a une qui peut devenir considérable, c'est celle qui est produite par un épanchement pathologique du péricarde. Dans ce cas, à l'ombre du cœur s'ajoute celle donnée par l'épanchement. L'ombre cardiaque est non seulement plus étendue, plus large, que l'ombre normale, mais encore elle est déformée. Lorsque le péricarde est le siège d'un épanchement, cette enveloppe se déforme

et il se produit à la percussion une modification dans l'aire normale du cœur qui affecte la forme d'une ancoche et porte le nom d'ancoche de Sibson. Cette petite déformation avait été distinguée lorsqu'on n'avait, peur explorer le cœur, d'autre moyen que la percussion ; or, la radioscopie permet d'apercevoir cette échancrure du péricarde à l'état pathologique. De plus, les battements du cœur sont moins visibles, moins nets qu'à l'état normal, ce qui démontre qu'ils ont diminué de force et d'amplitude.

La radioscopie peut aider au *diagnostic des épanchements du péricarde*. M. Destot a vu que, dans les cas de péricardite avec épanchement, le cœur forme une tache sombre, immobile sur l'écran. Si le péricarde était fixé aux plèvres, on verrait battre et se mouvoir le cœur avec les mouvements du diaphragme. Ces faits n'ont pas encore été signalés par la radioscopie dans la symphyse de la péricarde.

D'autres états pathologiques du cœur, comme les dilatations de cet organe, l'hypertrophie des cavités droites et gauches, son déplacement par les organes voisins, la diminution de volume chez les tuberculeux, les débiles, les infantiles, les anémiques, les chlorotiques peuvent se déclarer ; l'ombre du cœur déborde alors à peine celle de l'ombre verticale médiane formée par la colonne vertébrale et le sternum. Au contraire, *l'hypertrophie du cœur* donne lieu à une augmentation de l'étendue de l'ombre cardiaque, comme chez les vieillards, les athéromateux avec hypertrophie scléreuse du myocarde (1).

(1) Un jeune homme rentré depuis peu de son service militaire fait dans les chasseurs alpins, se plaignait d'un point douloureux à gauche, au siège habituel du point de Guéneau de Mussy. Les signes étaient insuffisants pour poser un diagnostic ferme. M. Bouveret, qui examina le malade, songea à un

Les *hypertrophies compensatrices* dans les lésions aortiques et mitrales se voient très nettement à l'examen radioscopique, et aussi les *dilatations du cœur*.

M. Potain avait vu que l'ingestion d'eau chaude chez certains sujets amenait une dilatation réflexe du du cœur. Il avait suffi du contact du liquide avec la muqueuse gastrique pour provoquer une dilatation réflexe, la même chose a été constatée après une course forcée, une grande émotion, une fatigue : l'ombre cardiaque est amplifiée. Bouchard, dans la coqueluche, a constaté à la fin des quintes formées par des expirations courtes suivies d'une inspiration bruyante et prolongée, dite reprise, qui caractérise cette maladie, que le cœur se dilate à la reprise. L'air qui s'introduit difficilement à travers le larynx contracturé donne lieu à un vide avec appel de sang dans le thorax et dilatation des cavités du cœur. Enfin, l'examen du cœur chez les asystoliques dénote une dilatation notable de cet organe. On a pu constater, par le même procédé, que l'emploi de la digitale diminue d'une façon notable l'étendue et le volume du cœur et, par suite, celle de l'ombre cardiaque.

L'oreillette droite du cœur est presque invisible à l'état normal, son ombre ne dépassant pas ou presque pas l'ombre de la colonne vertébrale, l'ombre du bord droit du cœur se confondant avec cette dernière est presque invisible; à l'état pathologique, M. Tessier,

peu de pleurésie diaphragmatique. M. Destot l'examina. La radiographie et la radioscopie ont montré un cœur hypertrophié mais on ne voit pas d'épanchement pleurétique. Il s'agit donc simplement d'une hypertrophie cardiaque sans bruits anormaux, d'une hypertrophie par surmenage ayant déterminé probablement le point douloureux dont il se plaint. Ce point, d'ailleurs, ne se fait réellement sentir qu'après une marche de quelques instants, lorsque le malade a parcouru de 4 à 500 mètres.

ayant remarqué que la percussion dans le dos, au voisinage de la colonne vertébrale, donnait chez certains sujets une zone de matité paravertébrale, pensa que cette matité correspondait à l'oreillette droite dilatée. Cette percussion est nécessairement très délicate et il faut être très exercé pour la pratiquer. Quoi qu'il en soit, cette zone de matité existe chez certains asystoliques. Or, en pratiquant l'examen radiographique, il a trouvé que l'ombre de cette zone de matité est très appréciable chez certains cardiaques; on trouve d'abord l'ombre de la colonne vertébrale et l'ombre des cavités droites du cœur qui la déborde très notablement. Pour bien démontrer que cette ombre est bien due à l'oreillette droite et non à un organe voisin, il a planté dans cette zone radiographique des fiches qui sont allées perforer le cœur et à l'autopsie a pu constater qu'elles correspondaient toutes aux cavités droites et notamment à l'oreillette droite dilatée. Cette dilatation des cavités droites existe chez les asystoliques par suite de lésions mitrales ou aortiques, et dans le cours d'affections aiguës, comme la fièvre typhoïde, la scarlatine; elle existerait donc, non seulement dans les cardiopathies chroniques, mais aussi dans les maladies infectieuses. La présence de cette dilatation des cavités droites a donné naissance à la théorie de l'œdème pulmonaire; cet œdème pulmonaire siégeant particulièrement à la partie moyenne et surtout au sommet du poumon, presque jamais à la base. Et M. Tessiet pense que par le fait que l'oreillette droite est distendue et comprime la branche correspondante de la veine pulmonaire qui vient du sommet du poumon droit, il y a stase du sang et il se produit l'œdème du sommet du poumon. Or, ce point de pathologie intéressant a été également élucidé par la radiographie.

Enfin, on a pu faire aussi des études sur les souffles.

dits extra-cardiaques ou souffles inorganiques décrits par le professeur Potain, qui attribuait ces souffles aux changements de volume que subit le tissu pulmonaire pendant la respiration. C'est le déplissement des alvéoles pulmonaires qui produit ces souffles que l'on entend pendant l'inspiration, souffles doux, aspiratifs qui portent le nom de souffles extra-cardiaques d'origine pulmonaire. On a pu, par la radiographie, se rendre compte qu'ils coïncident avec le retrait du bord gauche du cœur; à ce moment survient le souffle extra-cardiaque, juste au moment où l'ombre cardiaque diminue d'étendue, les languettes pulmonaires se remplissent d'air, elles se déplissent et comblent le vide fourni par le retrait du cœur en produisant un souffle.

L'aorte est, à sa naissance, enveloppée par le sac péricardique, mais au delà on peut l'examiner et c'est c'est même le seul des gros vaisseaux du cœur qui soit accessible à l'examen radiographique. L'ombre de l'aorte est masquée à l'état normal, aussi bien quand on pratique l'examen antérieur, que quand on pratique l'examen postérieur, par l'ombre du sternum en avant et par celle de la colonne vertébrale en arrière. Les examens latéraux ne donnent rien non plus; il faut s'adresser à l'examen oblique, placer l'écran sur le côté droit du malade obliquement, de cette façon on a une image du cœur vu des trois quarts qui s'étend en même temps à l'aorte. On voit d'abord le diaphragme, puis l'ombre verticale de la colonne vertébrale qui affecte une forme légèrement incurvée. En arrière de cette ombre, on a une bande claire, c'est la gouttière vertébrale qui correspond au poumon, en avant on obtient la clarté de la cavité thoracique. Dans cette zone claire, on aperçoit distinctement l'ombre du cœur et même un léger sillon qui sépare les oreillettes des ventricules. Enfin, on voit, de plus, à la par-

tie supérieure du cœur, une ombre en forme de bourgeon qui surplombe cet organe et le coiffe, c'est la crosse de l'aorte, dilatée s'il y a anévrysme. (Benj. Pathé, thèse 1901.) Par l'examen fluoroscopique, on voit les battements du cœur et ceux de l'aorte, on observe leur changement de volume et de forme dans le sens vertical comme dans le sens horizontal. Grâce à cet examen oblique antérieur droit, on peut faire le diagnostic des altérations importantes de volume et d'étendue que l'aorte peut subir. C'est un professeur de Vienne qui a, le premier, montré les avantages de cet examen oblique antérieur droit; on peut également, par le même procédé, apprécier l'allongement de la crosse de l'aorte. Béclère a trouvé, chez les sujets athéromateux, des modifications notables en hauteur de la crosse. De même, dans l'insuffisance aortique, la maladie de Basedow et le saturnisme, on a constaté que les battements de l'aorte sont exagérés, plus forts et plus rapides qu'à l'état normal, il en est de même dans les hypertrophies cardiaques.

Radioscopie abdominale (1).

L'exploration de l'abdomen offre certaines difficultés. Cette partie du corps est, en effet, remplie par des cavités muqueuses, qui sont elles-mêmes remplies de gaz et de liquide. En sorte qu'on ne rencontre pas ici, comme dans le thorax, des zones où les liquides et les gaz soient séparés et contenus dans des cavités distinctes. Les anses intestinales, par exemple, sont remplies à la fois par des liquides et par des gaz, et elles offrent, à l'examen des ombres radiographiques,

(1) Extrait de la leçon à la Charité du Dr Achard, recueillie et rédigée par Mlle la Dme Bonsignorio, complétée par l'auteur de l'*Année Electrique* ; et si nous donnons ces résultats acquis, c'est que des faits, dans l'année, les ont confirmés.

un aspect flou et confus. Cependant, certains points de l'abdomen ont certaines zones plus claires que d'autres. C'est ainsi que la grosse tubérosité de l'estomac, surtout si le sujet est à jeun, offre un aspect clair. Dans certains cas le côlon ascendant et descendant donnent lieu à une demi-clarté. Le foie est imperméable aux rayons Rœntgen ; il donne une zone foncée ; le bord supérieur se dessine nettement, mais le bord inférieur se confond avec la demi-obscurité produite par les autres viscères. La radioscopie pourrait fournir des indications pour le déplacement des viscères, tels que le foie, les reins, l'estomac, par exemple.

L'estomac peut être exploré par des moyens artificiels, en le distendant par des gaz.

MM. Roux et Balthazard ont conseillé de faire absorber au sujet des poudres imperméables aux rayons X, et l'ont essayé chez les animaux. Boas a fait avaler des capsules remplies de bismuth, Foveau de Courmelles a présenté à l'Académie de Médecine (23 mai 1899) la 1re radiographie d'estomac rétréci ; Rosenfeld déplisse l'estomac avec une sonde contenant des grains de plomb et insufflant de l'air. Eïd et Fornario, du Caire, y font arriver de l'acide carbonique. Garrigou a vu l'estomac d'une jeune fille ; depuis, Balthazard et Roux ont dessiné sur l'écran des estomacs de sujets jeunes et maigres, on place l'ampoule à gauche. On voit ainsi que les liquides passent rapidement, sans donner lieu à aucune contraction ; les solides s'accumulent dans l'estomac avant d'être expulsés par les ondes péristaltiques. On a vu que la peptone accélérait les contractions. Un autre auteur a observé que, chez les chats, les ondes péristaltiques jouent un grand rôle dans le mécanisme du vomissement. On a pu, également fixer, chez la grenouille, le mécanisme des

contractions gastriques ; elles se font de la manière suivante : l'estomac au repos présente, au niveau de la petite tubérosité, une petite échancrure qui se creuse pendant l'inactivité des fibres musculaires ; or, à mesure que la contraction se fait, cette échancrure s'efface, puis se reforme pendant le repos. Or, on peut fixer l'ombre stomacale par un décalque ; cette image de l'onde stomacale naît de la grosse tubérosité et s'étend jusqu'au pylore.

MM. Variot et Chicotot ont proposé la radiographie pour reconnaître les ascites chez les enfants ; lorsqu'elles sont volumineuses, le liquide donne une zone obscure très nette ; d'autre part, au niveau de la zone ombilicale, l'intestin surnage et donne une ombre claire ; par la radioscopie, on remarque aussi le refoulement du cœur et du diaphragme. Le thorax, par suite de l'ascite, diminue de volume, et l'ombre cardiaque se confond avec l'ombre du foie. Quand il y a très peu d'ascite, qu'on ne constate pas de matité et que la quantité du liquide est faible, si on incline le sujet, le liquide se déplace et ce déplacement peut être constaté à l'examen radiographique.

Des erreurs sont possibles. Béclère avait observé, chez un malade qui avait une expectoration abondante. une zone claire entre l'obscurité hépatique et la ligne du diaphragme, et il en avait conclu à un épanchement gazeux et liquide siégeant en ce point ; on avait pensé à un abcès diaphragmatique ; or, à l'autopsie, on n'a constaté ni abcès, ni gaz sous le diaphragme, mais une ectopie du côlon transverse, ce qui donnait à l'examen une zone demi-transparente simulant une collection purulente. La cause de cette fausse interprétation était une expectoration abondante due à une bronchite chronique avec altération des poumons.

Au radioscope, chez un missionnaire, Eïd, dans un cas

insidieux de ces abcès qui sont si fréquents dans ces pays, aperçut d'une façon très nette que l'excursion diaphragmatique du côté droit se trouve diminuée et la projection de la limite convexe du foie d'une netteté peu ordinaire. Par contre, aucun épanchement, ni opacité dans la plèvre. Le diagnostic d'abcès du foie fut vérifié par le chirurgien, le Dr Voronof.

Le diagnostic du siège de la nature des corps étrangers est facile, notamment pour ceux du tube digestif. Chez les enfants, ce sont, le plus souvent, des pièces de monnaie, des plumes à écrire, des épingles à cheveux, des billes. On en trouve non seulement dans le tube digestif, mais aussi dans la vessie. Quand on soupçonne la présence de corps étrangers dans un de ces viscères, les rayons X permettent d'en voir le siège ; il en est autrement des calculs des voies urinaires et biliaires ; la cholestérine est peu perméable aux rayons X, l'ombre qu'ils donnent se confond avec l'ombre hépatique et ils sont inaccessibles à l'observation. Cette recherche des calculs dans le foie et dans la vésicule biliaire, a été faite par M. le Dr Carl Beck. (*New-York Medical Journal*, 20 janvier 1900) ; contrairement à ce que l'on avait pensé au début, ces calculs ne sont pas aussi perméables qu'on le supposait. Cette perméabilité dépend d'ailleurs beaucoup de leur composition chimique ; il fait à ce sujet une étude comparative fort intéressante des divers calculs du foie. Il montre de quelle influence est la durée de la pose et que pour obtenir une bonne radiographie, il faut en faire plusieurs préliminaires avec des poses différentes. Enfin il conseille de placer le sujet en *décubitus latéro-abdominal droit* et de faire tomber les rayons X non perpendiculairement à la surface du corps, mais avec une incidence de 45° environ. Les calculs du rein ont pu être décelés ; il faut beaucoup

d'habitude et d'attention, parce qu'ils donnent une ombre floue. Les expériences du Dr Ringel (*Archiv. f. chirurgie*, 1901), faites sur l'homme et sur l'animal, ont démontré ce qui suit : les calculs oxaliques figurent toujours sur l'épreuve radiographique ou radioscopique, tandis que les calculs uriques sont bien moins nets, et même quelquefois ne laissent aucune trace de leur présence ; quant aux calculs composés uniquement de phosphates, ils n'arrêtent généralement pas les rayons X. Après avoir radiographié un calcul oxalique dans un rein normal, une fois l'extraction terminée, il a repris les radiographies de son opéré, en plaçant dans un cas le calcul sur le dos du malade, dans l'autre sur le ventre, au même niveau approximatif que celui occupé par la pierre dans le rein. Il a remarqué que le calcul, relativement peu visible dans le rein, était très net à la surface du dos, et presque aussi net sur l'abdomen, mais d'un volume supérieur à la réalité. Un calcul intrarénal phosphatique n'a rien donné. Une épreuve radiographique est toujours nécessaire ; positive, elle est indiscutable ; négative, le diagnostic reste obscur en dehors des calculs oxaliques.

Les calculs vésicaux se voient bien plus nettement ; les parties molles sont moins imperméables et deviennent particulièrement visibles s'ils sont situés sur l'axe du bassin. Les calculs d'acide urique et de phosphates de chaux donnent une ombre plus accentuée, bien qu'ils soient très perméables aux rayons. L'ombre d'un calcul est imparfaite, mais c'est presque toujours de cette façon peu nette que se présente l'ombre des calculs vésicaux.

Si le calcul est situé exactement au milieu du bassin, s'il est volumineux, il donne une ombre foncée très nette, mais c'est là une exception.

Les kystes dermoïdes peuvent être également examinés par la radiographie ; il en est de même des grossesses extra-utérines, l'examen radiographique permettant de compléter les signes obtenus par les autres procédés d'exploration.

L'utérus gravide, donne des résultats médiocres ; on a une ombre vague foncée et présentant peu de détails. Il est donc impossible d'en tirer des renseignements sur les présentations et les positions ; la méthode est de beaucoup inférieure à la palpation et à l'auscultation. Toutefois, la radioscopie peut être appliquée à la pelvigraphie ; on peut apprécier les déformations du bassin et elle peut aussi être appliquée à la mesure des dimensions du bassin ou pelvimétrie. Dans ce but, on a inventé des instruments et un cadre métrique. Ajoutons que, dans la pratique, les résultats sont médiocres ; les applications du cadre métrique sont difficiles. Varnier a obtenu de meilleurs résultats par une méthode qu'il appelle la radiométrie à longue portée. Si on place une ampoule de Crookes très près d'un bassin, l'image est déformée ; si on la place très loin, on a une image moins déformée. M. Varnier a déterminé les distances expérimentalement. Il a couché un cadavre et il a pris l'image radioscopique du bassin en éloignant plus ou moins l'ampoule ; il a eu de bons résultats en la plaçant à une distance de 5 mètres, les déformations sont peu accentuées et les mesures ainsi obtenues ont de grands rapprochements avec les mesures réelles du bassin. Les contours d'un bassin pris de deux façons : avec la radiographie et avec les procédés ordinaires de mensuration montrent que la différence entre les dimensions réelles et celles données par la radiographie est insignifiante.

Sur un bassin sec, on a pu constater que la différence entre les deux mensurations n'excède pas 5 milli-

mètres. Un bassin oblique ovalaire a donné des mesures presque exactes avec une différence de 4 millimètres. Enfin, la même méthode appliquée à l'examen des bassins qui ont subi la symphisectomie ou l'écartement des deux os pubiens ne persiste pas toujours, a permis de constater si cet écartement subsiste; et cela offre un grand intérêt pour les accouchements ultérieurs.

La *radiographie métrique* a fait l'objet de nouvelles recherches de M. Fabre (*Progrès médical*, n° 2, 1901). Dans sa communication du mois d'août 1900, le Dr Fochier concluait que la radiographie métrique, appliquée avec soin, peut en clinique donner des résultats très exacts dans l'évaluation des diamètres transverses du bassin et dans la reproduction de la courbe de l'arc antérieur. Il formulait en même temps deux objections : 1° le promontoire n'est pas visible ; 2° il est difficile d'amener la coïncidence entre le plan du cadre et le détroit ; 3° pour la position *sur le ventre*, le promontoire se dégage et apparaît très nettement ; 4° la coïncidence entre les deux plans n'est pas absolument nécessaire, on a de meilleurs résultats en étant dans le plan, mais du voisinage de cette position idéale, il en est beaucoup qui sont suffisantes pour obtenir un résultat satisfaisant. Le détroit supérieur n'est pas contenu dans un même plan, de là la nécessité de se servir d'un cadre double : l'un est fixé dans le plan de la région antérieure du détroit, déterminé par le fond supérieur du pubis en avant et les épines iliaques en arrière, l'autre est placé dans le plan du promonto-pubien qui aboutit en arrière à 3 ou 6 centimètres au-dessus des épines, suivant la forme du bassin. Avec la position *sur le ventre* et le cadre double, les résultats des mensurations sont très bons.

Des présentations de photographies stéréoscopiques

concernant l'engagement du sommet dans les bassins normaux et viciés, ont été également faites, par M. Fochier (*Ind. méd.*, n° 17, 1901). Ces photographies, exécutées par le procédé de M. Destot, donnent un relief saisissant, et permettent d'étudier toutes les particularités des différents engagements de la tête fœtale dans les cas de viciation pelvienne. M. Fochier montre que la forme du détroit supérieur normal permet de considérer deux détroits d'engagement : l'un suivant le diamètre oblique gauche, l'autre suivant le diamètre oblique droit. La tête fœtale peut mettre ses dimensions longitudinales en rapport avec l'un de ses deux diamètres.

En *Anatomie*, normale ou pathologique, on a étudié et injecté les artères au moyen d'une masse fluide non transparente ; on a une image nette des vaisseaux ainsi distendus. On a injecté les artères utérines, rénales, les vaisseaux du cerveau, de la dure-mère avec du mercure. L'onguent mercuriel est la meilleure masse à injecter (Frédet) ; on obtient ainsi des vaisseaux pleins, absolument opaques aux rayons X. On peut aussi étudier les points d'ossification des os chez les jeunes sujets.

Varnier a montré que par l'examen de pièces d'utérus gravides, on a des images démontrant la position du fœtus ; on obtient une vue d'ensemble nette sur le contenu de l'utérus. On a étudié aussi l'anatomie pathologique des os. Bargeon a étudié le rhumatisme chronique par la radiographie. On a fait des coupes d'os qui ont été soumises à l'écran fluorescent et on a trouvé que le tissu osseux était plus ou moins dense, selon qu'il était sain ou malade. De même, dans la maladie de Paget, des os entiers ont été soumis à la radiographie et on a vu des détails très nets d'altération de structure. Un fémur normal

donne une ombre nette de tissu diaphysaire, au niveau de l'épiphyse on a une image transparente du tissu trabéculaire. Or, dans la maladie de Paget, on constate que les travées sont irrégulières, que le tissu diaphysaire est devenu plus dense. Sous forme de cordons noirs, se montrent des artères internes injectées et très nettes dans un utérus fibromateux, par exemple. Un autre utérus se montre volumineux bien que non gravide, et les artères utérines injectées, les annexes se voient. Un utérus de primipare avec ses vaisseaux, des sections transversales d'un utérus avec rameaux artériels dans leur pénétration et au niveau de l'organe, se voient.

En *Médecine légale*, elle permet d'obtenir des documents matériels importants dans les expertises civiles et criminelles. Dans les expertises civiles, quand il s'agit des accidents du travail, on peut, par exemple, préciser le siège des fractures. Le premier exemple de ce genre fut celui d'une danseuse anglaise qui, au moment de danser, se blessa en descendant un escalier et refusa de jouer. Il y eut procès et la radioscopie démontra la présence d'une fracture, ce qui fit que la danseuse gagna son procès. Dans les expertises criminelles, il s'agit parfois de projectiles dont les rayons Rœntgen permettent de préciser l'emplacement. Sur le vivant aussi, les recherches de la radiographie sont précieuses, car souvent il est dangereux de procéder par tâtonnements dans l'extraction des projectiles; or, celle-ci permet, non seulement d'affirmer, mais de préciser le siège des projectiles. Maragliano a montré qu'au moyen des rayons Rœntgen on peut savoir si le cœur a cessé de battre; ils peuvent donc servir à établir la certitude que le sujet est mort. Par l'examen des mouvements du diaphragme, qui ne cessent jamais complètement durant la vie, on peut voir si la

mort n'est qu'apparente (1). Lorsque la mort remonte à plusieurs jours, les tissus sont moins perméables; on peut ainsi reconnaître une mort récente ou ancienne. La radiographie aide à fixer approximativement l'âge des victimes par l'épaisseur des os. On a pu déterminer ainsi l'âge des nouveau-nés par l'étude des points d'ossification. On examine l'extrémité supérieure du fémur pour savoir si l'enfant est né avant terme ou à terme. La radiographie aide encore à la recherche de la respiration chez les nouveau-nés (si le poumon flotte, c'est que l'enfant a respiré, le poumon ayant respiré étant plus perméable), à l'identité individuelle par les os dans les accidents (Foveau de Courmelles, *Institut,* mai 1897...)

Examen des Os et Articulations.

Les taches claires des os dans la goutte (E. Bronssilowski et L. Buchstab), la diminution d'opacité des os de la main d'une arthrite blennorrhagique (Guilloz), des altérations congénitales de la hanche (Pierre Bade), de nouvelles fractures du scaphoïde (Destot et *Thèse* de Louis Bondet), des fractures de rotule sans déplacement (Wegner),... ont fourni par les rayons X maintes indications intéressantes. Dans la métatarsalgie douteuse, la décalcification annoncerait la tuberculose, et l'exostose confirmerait le diagnostic (Bilhaut). L'acromion cassé et tiré par les muscles donne un flou sur la plaque (Imbert...)

(1) Les expériences de M. Laborde sur ce sujet, et, en particulier, ses études sur la *radioscopie,* avec la collaboration de M. Guichard, du *reflexe cardio-respiratoire* et de son mécanisme physiologique, au moyen des *tractions rythmées de la langue,* pourraient être rappelées, ici, à propos.

Troubles trophiques consécutifs à l'application des rayons de Rœntgen.

A la Société de Dermatologie et syphiligraphie de Paris (7 février 1901), M. Barthélemy a montré une femme de trente-deux ans, dont le sein gauche était le siège d'une lésion offrant tous les caractères de la sclérodermie : au centre, on voit une ulcération superficielle, mais irrégulière, avec eschare très adhérente, puis vient une zone très rouge, où la vascularisation est inégalement distribuée ; il y a ici des points purpuriques, là des taches rouges lie de vin, ailleurs de simples veinosités tortueuses et saillantes ; autour enfin est un anneau blanc, cireux, exsangue, anémique, qui s'étend plus ou moins loin en s'entrecroissant avec des languettes de peau hyperpigmentée. Cette plaque est lardacée, de consistance élastique ; la peau est épaissie, lisse et donne l'impression d'une cicatrice, bien qu'il n'y ait pas eu la moindre ulcération à ce niveau. La ressemblance avec la sclérodermie est si complète qu'on peut hésiter. La sensibilité est normale ; mais il y a des douleurs, des sensations de brûlure avec élancements, non pas dans les points les plus atteints, mais en dehors de la plaque elle-même, là où la peau semble saine. Cette lésion, due à des troubles trophiques, est survenue à la suite de séances de radiographie faites en ville, durant vingt minutes chaque fois et répétées deux fois par semaine pendant quatre mois. La malade est anémique et nerveuse ; elle était sujette à des douleurs névralgiques dans la glande mammaire dont les rayons de Rœntgen la délivrèrent. A la fin du traitement, elle ressentit quelques démangeaisons ; la peau du sein se pigmenta, puis desquama légèrement. Pendant cinq mois et demi, il n'y eut pas d'autre trouble, quand rapi-

dement, en huit jours, apparut et se constitua la lésion telle qu'on la voit aujourd'hui. Elle ne subira vraisemblablement pas de modification de longtemps, car la guérison exigera plusieurs mois, trois au moins. Les renseignements sur le mode d'application et sur l'intensité manquent; mais ce fait, dont le médecin n'est pas plus responsable que d'un accident de chloroformisation indique qu'il faut être, dans les applications dermatologiques des rayons X, beaucoup plus réservé que ne le conseillent certains particiens, surtout à l'étranger.

— MM. Aubaret et Picot, de Bordeaux, ont fait radiographier à Bordeaux un ouvrier mécanicien ayant reçu dans l'œil un fragment irrégulier d'acier pesant 18 centigrammes.

« Après les séances de radiographie qu'il a dû subir, il a offert du côté de son cuir chevelu une alopécie due aux rayons X. Cette alopécie est survenue huit jours après les dernières séances.

« A ce moment, il s'est aperçu que ses cheveux du côté gauche tombaient avec une facilité extrême. Il les arrachait lui-même sans la moindre douleur et par petits paquets. En trois ou quatre jours, il a présenté une zone de la grandeur de la main, occupant la région temporale, à peu près complètement dépourvue de cheveux.

« Il n'y a rien eu du côté de la peau. Pas de rougeur analogue à celle produite par un coup de soleil; pas d'érythème. Il n'a pas eu également de troubles trophiques, pas de vésicules ni d'ulcération. Les troubles dus aux rayons X ont évolué sans aucune douleur : il n'y a eu qu'alopécie simple.

« La zone est restée ainsi deux mois dépourvue de cheveux. Au bout de ce temps, les bulbes pileux ont fourni de nouveaux poils.

« Actuellement, cette zone d'alopécie primitive n'est reconnaissable qu'à ce que les cheveux sont un peu plus courts que les autres. Mais il n'y a pas d'altération de la couleur ni diminution du nombre. »

— Des troubles trophiques de la paroi abdominale par les rayons X sont signalés par MM. P. Bar et Doullé à la Société d'Obstérique de Paris, (séance du 21 juin 1901.) Une femme enceinte ayant subi une séance de radiographie, fut prise un mois après d'eschares très profondes de la paroi abdominale. Ayant accouché avant la cicatrisation des plaies, elle fut prise d'infection puerpérale assez grave contre laquelle nous injectâmes du sérum artificiel sous la peau de la région hypogastrique. Quinze jours après ces injections, il se produisit une eschare énorme intéressant le tiers de la paroi abdominale, sans qu'il y ait eu d'infection au niveau des piqûres. La plaie atone qui en résulta fut très difficile à guérir. La cicatrisation s'améliora cependant à la suite d'une exposition prolongée à la lumière rouge. Ce fait intéressant montre que les rayons X peuvent modifier profondément les tissus et que lors même qu'il n'existe aucune lésion apparente, il y a trouble plus ou moins actif dans la nutrition. Ces faits se rapprochent de ceux qui s'observent à la suite de l'exposition aux rayons de Becquerel. Ces rayons ont pu produire des lésions analogues. (Faits contradictoires avec ceux de Schiff et Freund).

—MM. Bernard et Ruotte ont également cité un cas de *dermite radiographique* notée par une photographie et une aquarelle montrant l'épiderme névrosé ainsi que le derme chez un jeune soldat qui avait été soumis sux rayons X à la suite d'une fracture de la première côte gauche. La pose avait duré 35 minutes avec un tube Collardeau, très dur, et placé à 15 centimètres de la peau. Le courant de 15 volts et 4 ampères était fourni

par une bobine de 25 centimètres d'étincelle. Une plaque d'aluminium était interposée à quelques centimètres de la peau et mise à la terre par un fil relié à une conduite de gaz. Pendant les neuf jours qui suivirent l'opération radiographique, aucune trace d'accident; puis apparaît une grande tache brune; l'épiderme s'exfolie et l'ulcération apparaît. L'on crut d'abord à une cicatrisation assez rapide, mais l'on dut bientôt en désespérer et, dix mois après, la plaie reproduite par l'aquarelle présentée offrait encore la dimension d'une pièce de cinq francs. Tous les détails donnés laissent ouverte la recherche de l'étiologie de cet accident : *tubes mous ou durs?*

Les machines statiques qui, selon Destot passent pour ne jamais produire d'accidents en donneraient, pour le Dr Michaud, au contact des électrodes. Selon les auteurs, les tubes, mous ou durs, seraient en cause!

Ces accidents n'ont plus de raison d'être aujourd'hui, vu la faible durée des poses, et la *photothérapie* remplaçant la *radiothérapie*.

CHAPITRE XIV

PHOTOTHÉRAPIE (1)

Appareils nouveaux. — Expériences sur les êtres vivants. — Héliothérapie artificielle, partielle ou totale. — La lumière colorée. — Lumière chimique et radiations métalliques. — Les rayons X en thérapeutique. — Photo-chimie médicale.

(1) Une grande partie de ce chapitre, celle des travaux de l'auteur tout au moins, est extraite du mémoire du Dr Foveau de Courmelles à l'Académie de Médecine de Belgique du

Appareils et Expériences.

Depuis la communication faite par M. Lippmann à l'Institut de France, le 24 décembre 1900, avec présentation des appareils, sur la production facile et peu coûteuse de la lumière chimique par des lampes à incandescence à charbon spécial et reproduite par l'*Année Electrique* de 1900, les auteurs, MM. Foveau de Courmelles et Gustave Trouvé, indiquaient encore la lampe à arc, l'acétylène, en des conditions que nous allons voir. (Mémoire à l'Académie royale de Médecine de Belgique, 29 décembre 1900, publié le 31 mars 1901.) Puis MM. Lortet et Genoud interposaient simplement (note à l'Institut de France, 4 février 1901) une boule d'eau colorée sur le trajet de la lampe à arc voltaïque, adjonction signalée par Foveau dans un long travail des *Annales de Médecine et de Chirurgie infantiles* des 15 février et 1er mars 1901; enfin, les mêmes auteurs envoyaient encore une description à l'Académie des Sciences de Paris, le 4 mars 1901, d'un appareil relativement simple et peu dispendieux, qu'ils montraient pour la première fois à la Société nationale de Médecine de Lyon (séance du 25 mars 1901), identique à celui du Dr Destot, de Lyon, dont le brevet est du 15 mars 1901.

Voici, du reste, la description résumée d'après l'*Indépendance Médicale* du 27 mars 1901 de cet appareil photothérapique sans condensateur pour l'application

26 octobre 1901, intitulé : « Les nouvelles méthodes et résultats photothérapiques », de mémoires additionnels à l'Institut de France (Académie des Sciences) et à la Société de Biologie, des 11 et 16 novembre 1901, à l'Académie de Médecine de Paris, du 12 novembre, aux Sociétés d'Odontologie et des Gens de Science de Paris, du 19 novembre, et à l'Académie de Médecine de Belgique, du 3 décembre, et à la Société française de Physique, du 6 décembre 1901.

de la méthode de Finsen, « plus pratique, moins encombrant et moins onéreux que l'appareil à photothérapie de Finsen.

« Il se compose essentiellement d'une sorte de cuvette oblongue à double fond dont les parois, distantes de six à sept millimètres, laissent un espace dans lequel circule constamment un courant d'eau. Cette cuvette, percée en son centre d'un trou de la dimension d'une pièce de 2 francs, sert d'écran. L'orifice peut être obstrué par un cône formé de deux parois de cristal de roche, dans l'intervalle desquelles circule un courant d'eau froide. C'est à travers cette sorte d'obturateur creux que passent les rayons lumineux provenant d'une lampe à arc située en arrière de l'écran et c'est à sa surface extérieure que vient s'appliquer la partie malade à traiter. En arrière de la source lumineuse se trouve un petit miroir en acier qui réfléchit tous les rayons vers l'orifice de l'écran, de sorte que l'opérateur peut agir sans être incommodé par l'éclat de la lampe à arc.

« L'arc électrique consomme de 10 à 12 ampères. La dépense est d'environ 0 fr. 60 à l'heure, et l'appareil tout construit comme prix ne *dépassera* pas 150 à 200 francs.

« L'arc électrique peut être amené à une distance de trois à quatre centimètres de l'obturateur sans qu'il s'échauffe. La plupart des radiations calorifiques passent assurément, mais toute partie suffisamment appuyée contre l'obturateur pour être rendue exsangue et faire en quelque sorte corps avec lui, est complètement soustraite à l'action de la chaleur, l'eau circulant dans l'obturateur étant constamment rafraîchie.

« L'intensité lumineuse est d'environ dix fois l'intensité utilisée par l'appareil Finsen et la durée de

chaque séance peut être abrégée et ne durer que quinze à vingt minutes.

« Les résultats obtenus avec cet appareil sont excellents. L'application de la lumière produit une inflammation locale assez vive, une cloche se forme, puis une croûte et, lorsqu'elle tombe au-dessous, on trouve l'épiderme absolument sain. »

Les prévisions des auteurs ne se sont pas réalisées, puisque leur appareil qui a, comme le Finsen simplifié Foveau-Trouvé de 1900, fonctionné cette année à l'hôpital Saint-Louis, a coûté d'achat, des prix variant de 900 à 700 francs, exigeant des séances de 15 à 30 minutes et une énergie de 20 à 25 ampères; les espérances, du reste, émises au *futur* dans la description du 4 mars 1901 ont donc été en partie déçues (1).

Depuis la fin d'avril 1901, et concurremment avec le grand Finsen, on a pu noter les succès de ces « Finsen » simplifiés aux Sociétés de Dermatologie et de Syphiligraphie de Paris (15 avril et 2 mai 1901), de Bruxelles (Dr François, 14 juillet 1901), aux Académies de Médecine de Paris et de Bruxelles; désormais, l'importance de la Finsenthérapie pratique et peu coûteuse, surtout du *radiateur* Foveau, le *premier en date*, est incontestée.

Voici, tout récemment, une communication du Dr A.-V. Minine, de Saint-Pétersbourg, qui, avec nous, consacre des faits nouveaux, l'action curative de la lampe à incandescence qui n'émet cependant, normalement, que peu ou point de rayons chimiques. D'après la *Semaine Médicale* (11 septembre 1901), le procédé de notre confrère russe, qui rentre dans le

(1) Nous ajouterons que l'intensité nécessaire brûle généralement les patients, inutilement et en retardant le traitement; il n'y a d'action que par la lumière directe, car les miroirs sont de suite ternis par l'arc et ses fumées; en outre, l'opérateur est aveuglé par la lumière.

cadre de la communication française du 24 décembre 1900, « consiste tout simplement à utiliser la lumière d'une lampe à incandescence de la force de 50 bougies, munie d'une ampoule en verre bleu et d'un réflecteur. Cette lampe doit être placée à environ 70 centimètres et de façon que les rayons lumineux tombent sur la surface malade perpendiculairement. Les séances ont lieu tous les jours et durent de dix à quinze minutes; toutefois, dans les cas où le traitement donne lieu à un prurit intense, il est préférable d'espacer les applications, en prolongeant d'environ un quart d'heure la durée de chacune d'elles. Ce procédé, simple et peu dispendieux, qui a déjà servi à son auteur à faire résorber des hémorrhagies, à guérir des plaies, offrirait l'avantage d'agir très rapidement : c'est ainsi que M. Minine a obtenu, dans l'espace d'un mois, la guérison complète (et qui remonte déjà à un an et demi) d'un lupus de la joue gauche ayant envahi la muqueuse buccale. Dans un autre cas où l'infiltration des parties molles de la face était tellement prononcée que le malade éprouvait la plus grande difficulté à ouvrir la bouche, deux séances de photothérapie suffirent à rendre la déglutition facile et indolore, et à amener une amélioration qui ne fit que s'accentuer dans la suite ». — Le Dr Kime a guéri des lupus par la réflexion de la lumière à travers des verres bleus.

La lumière sert encore aux ralentis de la nutrition, en grands bains, soit à l'état de lumière rouge remplaçant l'obscurité dans la variole et la scarlatine (Finsen, Schoull,...), soit chimiquement dans la cure du lupus par les rayons X (Schiff, Freund, Hoffa et Gocht,...), soit par des appareils spéciaux (Finsen, *radiateur* Foveau de Courmelles, modèles Trouvé, Noé...)

Expériences sur les Etres vivants.

Après les expériences microbicides de Downes et Blunt en 1877, de Finsen en 1895, continuant les plus anciennes recherches des zoologistes et des botanistes, opérant avec les diverses radiations du spectre solaire ou des lumières artificielles sur les animaux et les végétaux, les travaux se sont multipliés.

M. J. Rudis-Jicincky a fait des expériences avec les rayons X. Des crachats de tuberculeux furent enfermés dans des vessies de poisson et on les exposa ensuite aux rayons X. On trouva, en général, que l'action des rayons tuait le bacille de la tuberculose quand celui-ci se trouvait dans un milieu acide. On fit après, une autre série d'expériences sur les lapins et les cobayes qu'on exposait aux rayons. Dans le 40 0/0 des animaux ainsi traités, et tués après deux années, l'autopsie démontra que la cure (dans le véritable sens du mot) du processus tuberculeux s'était vérifiée quand une condition acide s'était produite. L'auteur compléta ses expériences en traitant avec les rayons X vingt cas de tuberculose pulmonaire. Entre ceux-ci, un seul malade succomba, dans l'espace de l'année, à cause de tuberculose des intestins; un autre se tua; quatre ne présentèrent d'amélioration de sorte, pendant que tous les autres se portaient relativement bien à la date du rapport. L'auteur n'arrive pas à la conclusion que les résultats de ses expériences doivent être considérés comme une conséquence de l'exposition aux rayons, car il tira largement parti de la bonne alimentation, de l'air frais et de tous les autres moyens. Il se sent toutefois encouragé à continuer ses recherches en suivant le même ordre d'idées et d'études.

Le Dr G.-J. Müller ne croit, même pour le Finsen, qu'à la résolution inflammatoire.

C'est ensuite un élève de Finsen, le Dr Sophus Bang, de Copenhague, qui reprend, en les critiquant, les observations de ses devanciers méconnaissant quelque peu les lois de la physique. C'est ainsi qu'aucun des expérimentateurs n'indique avec assez d'exactitude la force de la lumière employée; ceux qui emploient la lumière artificielle oublient d'indiquer à quelle distance elle agit; en filtrant la lumière, ils oublient de calculer l'affaiblissement des rayons qui traversent le filtre. Quelques-uns recherchent bien au spectroscope la qualité des rayons filtrés, mais la quantité qui traverse reste inconnue, ce qui ne les empêche pas de comparer les effets des différentes régions spectrales. C'est comme si l'on voulait comparer la chaleur dégagée par deux combustibles sans connaître la quantité qu'on en brûle!

On ne semble pas non plus avoir attaché d'importance à la *quantité* de lumière qui pénètre jusqu'aux microbes. La plupart des auteurs emploient des récipients en verre à parois rondes, où la réfraction joue un rôle considérable et difficile à calculer, et la plus grande partie des rayons ultra-violets y sont absorbés. Il est donc impossible, avec des procédés aussi primitifs et aussi peu comparables entre eux, d'arriver à une connaissance exacte des effets de la lumière sur les micro-organismes.

L'appareil dont s'est servi M. Bang pour ses recherches semble devoir donner des résultats d'une exactitude parfaite. Une goutte, de forme et de dimension connues, de la culture à examiner, est placée en chambre humide, étalée sur une plaque mince en quartz. Le tout est placé dans une caisse remplie d'eau, qui est tenue en mouvement constant pour éliminer toute variation de température. La lumière arrive sur la culture à travers une fenêtre en quartz.

Celle-ci, ainsi que les lamelles, est à surfaces polies, parallèles et taillées perpendiculairement sur l'axe optique. La source lumineuse était, dans ces expériences, l'arc voltaïque, arrangé de manière à donner une lumière toujours égale. Nous ne pouvons entrer ici dans tous les détails des expériences, qui demandent à être faites avec un soin extrême sous peine de donner des résultats très variables. C'est ainsi qu'il suffit d'un grain de poussière sur la fenêtre en quartz ou d'une bulle d'air presque imperceptible sur la lamelle plongée dans l'eau pour qu'un certain nombre de germes soient soustraits à l'influence de la lumière.

Le micro-organisme dont la résistance a été essayée était le *prodigiosus*. L'âge de la culture joue un certain rôle : les cultures jeunes sont beaucoup moins résistantes que les vieilles, et il suffit de quelques heures de différence dans l'âge pour voir la résistance augmenter au point de nécessiter un temps d'exposition cinq à six fois plus long. La température a également son importance et les germes sont plus vite tués à 45° qu'à 30°, ce qui pourra avoir un résultat pratique dans le traitement photothérapique des affections cutanées. En résumé, le résultat d'un grand nombre d'expériences a été, qu'avec une lumière d'une force connue et dans les conditions spéciales indiquées, les germes de *prodigiosus* d'une culture âgée de trois heures sont tués en soixante secondes. Si la culture est âgée de dix à quatorze heures, le temps nécessaire est de trois à cinq minutes. A 45°, la stérilisation est obtenue en trente secondes.

Le travail de M. Bang n'est évidemment que la première contribution à une série de recherches sur l'influence de la lumière sur les microbes, qui seront d'un grand intérêt scientifique et pratique, vu les con-

ditions rigoureuses et l'esprit de précision avec lequel elles sont conçues.

Selon les expériences de Kattenbracker, la lumière électrique incandescente pourrait, du reste, empêcher le développement des cultures bactériques (1) : les animaux, inoculés par la pustule maligne et avec la diphtérie, ne succombent pas lorsqu'ils sont tenus dans une caisse illuminée à l'intérieur par des lampes électriques, chacune de la force de 15 chandelles normales. M. Drigalski, cependant, a trouvé que les animaux inoculés avec le B. anthracis mouraient après 48 à 60 heures lorsqu'on faisait tomber sur eux chaque jour, pendant une heure, les rayons électriques, et après 50 à 60 heures, si cette application durait une demi-heure par jour. Les animaux de contrôle mouraient seulement après 70 à 76 heures. Les animaux infectés présentaient après 2 à 4 minutes une forte transpiration; selon lui, c'est l'épuisement provoqué par la transpiration profuse qui amène la mort.

M. Schœnenberger, pour étudier le mode d'action de la lumière ou son défaut, l'application de la lumière dans la psychiatrie, les altérations oculaires ou nerveuses, a placé dans une chambre sombre deux lapins, après avoir établi le nombre des hématies, la densité de leur sang et du sérum, pendant 40 jours, et, de 10 en 10 jours, il observa les altérations du sang. Un autre lapin fut exposé à la lumière, en empêchant cependant celle-ci d'agir sur les yeux qui, dans ce but, furent fermés par un bandage plâtré. Un quatrième lapin, enfin, servait de contrôle. Constamment, le sang en totalité et le sérum des lapins tenus hors de l'action de la lumière devenaient plus épais, et les

(1) *Zur Wirkung der Lichtwaermestrahlen* (*Sur l'Effet des Rayons lumineux calorifiques*), par M. le Dr Drigalski (*Centralblatt für die Therapie*, n° 6. 1901).

érythrocytes augmentaient peu à peu de nombre. M. Schœnenberger explique ces résultats par la perte toujours croissante de la partie aqueuse du sang. L'examen microscopique du sang ne donna point de résultat remarquable, sauf l'augmentation relative des cellules éosinophyles. Il semble, enfin, que l'obscurité ne causa point d'altération au sang.

En sa thèse sur l'influence de la lumière blanche et de la lumière colorée sur l'évolution des êtres vivants, Mlle Rogovine (Paris, 1901) conclut à son influence incontestable sur le développement des êtres vivants. Elle active et augmente l'énergie des phénomènes de nutrition. Il en est de même pour les organismes inférieurs. La conséquence de cette évolution plus rapide est que la durée de la vie des microbes est diminuée par la lumière. De tous les rayons constituants de la lumière, ce sont les rayons chimiques (bleu, violet, ultra-violet) qui paraissent avoir l'action la plus efficace et agir dans le même sens que la lumière. De nombreuses expériences paraissent démontrer que les rayons verts ont une tendance à ralentir plutôt le développement et l'évolution des êtres vivants, et qu'ils sont ainsi antagonistes des rayons violets.

M. Solucha a établi des expériences sur les chiens et sur l'homme pour étudier jusqu'à quelle profondeur les rayons de lumière pénètrent dans le corps. En ce but, il introduit, sous la peau des chiens, des petits tubes en verre contenant des bandelettes de gélatine au bromure d'argent; la plaie fut ensuite réunie par des sutures et l'animal fut enveloppé en un drap noir; seulement, pendant l'action de la lumière, la partie exposée à celle-ci était découverte (appareil à projection alimenté par un arc voltaïque de 10 à 20 A. et 50 à 65 V.). Après une demi-minute, le bromure d'argent était déjà décomposé. Mais quand on introdui-

sait les tubes profondément dans le tissu musculaire des glutées, la réaction ne se produisait pas. Les tubes posés derrière l'oreille ou sous la joue des hommes présentèrent aussi une rapide décomposition, après une demi-minute à deux minutes; mais le bromure d'argent restait inaltéré, lorsque les tubes étaient tenus derrière le bras ou dans la main. Donc, la lumière alimentée d'un courant de 10 à 20 A. ne pénétrait qu'à travers la peau; mais, par un courant de 25 A. et 110 V., elle passe à travers tous les tissus.

Gebhard, de Berlin, pour voir si la lumière passait à travers les tissus organiques, plaça, dans la chambre obscure, une plaque photographique sur la paume de la main de manière que la surface non sensibilisée regardait la peau, et cela pour éviter l'effet des sécrétions cutanées; ensuite, il couvrit le bord de la main et les espaces interdigitaux avec du plâtre; enfin, il exposa le dos de la main à la lumière d'une lampe à arc de 9 ampères, à une distance de 40 centimètres. L'exposition dura 20 minutes environ. Le développement de la plaque eut lieu dans une chambre obscure. Il en résulta que la plaque s'était noircie en correspondance des doigts de la région métacarpienne, et uu peu faiblement en correspondance de l'éminence ténar; il obtint donc ainsi une bonne négative de la main. C'est là la preuve plus évidente que la lumière avait pénétré à travers les tissus de la main.

Pflüger, Casenave, Ratier, Jurie, Fonsagrives, Aubinois,... ont fait des expériences identiques.

Héliothérapie artificielle, partielle ou totale.

Examinons l'outillage pouvant servir dans ces différentes applications.

Une lampe avec réflecteur suffit comme adjuvant à la douche électro-statique du neurasthénique, mais il ne faut pas que cette lampe ni les fils conducteurs ne touchent les conducteurs de la machine franklinienne, sous peine d'en envoyer le fluide au sol et de n'avoir que l'effet lumineux. Pour de petites surfaces, les oreilles, par exemple, on débarrasse la petite lampe employée de sa chaleur par une solution d'alun (Garnault et Trouvé, Académie des Sciences de Paris, novembre 1900). Le Dr Schtein a obtenu la résorption d'un hématome, en promenant sur la peau une petite lampe électrique.

On a encore construit d'autres appareils pour agir localement. Le Dr E. Lindemann a fait des *électrothermes*, c'est une caisse avec deux ouvertures assez larges pour y passer les jambes ou les bras ; sur le fond est fixé un système de fils de résistance qui échauffe l'air de la caisse, lorsque par les fils mêmes passe un courant d'environ 100 Volts et 2-6 Ampères. L'extrémité malade pose sur un isolateur d'asbeste ; la température est réglée par un rhéostat. En 4 minutes on obtient ainsi une température de 60° C. ; et en 10-15 minutes, de 140°-150° C. — Il y a aussi un modèle d'électrotherme pour le corps tout entier ; la température y atteint seulement 90°-100° C. Selon M. Buxbaum ces appareils sont très efficaces surtout pour le traitement du rhumatisme articulaire chronique, de l'arthrite déformante, pour les enflures à la suite de distorsion, etc. M. Lindemann a construit aussi des *compresses-électrothermiques*, qui s'adaptent sur les parties malades du corps. Vis-à-vis des compresses chaudes ordinaires, elles présentent plusieurs avantages : température constante, point d'humidité, propreté et élégance, application prolongée sans aucun inconvénient.

M. Laquer a fait faire une caisse nickelée, très réfléchissante avec six lampes à incandescence et que l'on place devant la région malade, nue. La température est de 40 à 45° C. On fait l'application d'une durée de 10 à 15 minutes trois à quatre fois par semaine. On soulage les névralgies tout en stimulant le système nerveux.

Le prurigo et la sclérodermie pigmentée seraient empirés par la lumière; et les blonds y réagiraient plus rapidement que les bruns (Leredde).

Dans le bain de lumière, on peut avoir deux appareils, selon qu'on le veut donner local ou général. La lampe avec réflecteur quelconque déjà indiquée peut servir localement, mais il vaut mieux prendre le réflecteur parabolique avec lampe focale (Foveau-Trouvé), dirigeant les rayons perpendiculairement sur la région malade, qui d'ailleurs, grâce aux pièces interchangeables, servira aussi pour l'emploi de la seule lumière chimique; il y a là une totalisation de la lumière qui agit sur une surface limitée, la région malade d'un névralgique, d'une sciatique, d'un rhumatisant et qui donne d'excellents résultats sur lesquels nous ne reviendrons pas, parce que déjà publiés. Il en sera de même pour le bain de lumière général, dont nous nous bornerons à rappeler nos divers dispositifs : bain de lumière fixe à charnières et guillotine où le patient s'introduit déshabillé et s'assied et dont le mécanisme se referme d'une pièce, une cinquantaine de lampes avec réflecteurs placés derrière et de place en place donnent la lumière et la chaleur voulues; bain de lumière à quatre parois démontables avec lampes fixées longitudinalement avec réflecteurs, sur des planchettes accrochables et prises de courant et qui ne tient pas de place, se montant très rapidement au moment voulu; le même, mais avec lampes focales

de réflecteurs paraboliques, ce qui diminue de plus de moitié le nombre des lampes nécessaires. Déjà, le commerce livre des lampes avec réflecteurs accolés à la lumière qui réalisent une réelle économie.

On a aussi fait en Angleterre les bains de chaleur radiante Dowsing où la température autour d'un membre ou d'une région malade ou d'un membre entier peut atteindre sans douleur et sans inconvénient de 200 à 260° C. Il est certain que la température est considérable, plus que par les moyens ordinaires, mais il n'existe pas encore d'appareil rigoureusement scientifique pour la mesurer exactement. La *Chaleur radiante lumineuse* est produite à l'aide du courant électrique (continu ou alternatif) traversant un filament spécial inventé par l'Ingénieur Dowsing et contenu dans une ampoule de verre où on a fait le vide. Cette ampoule est fixée à des réflecteurs de forme particulière, mobiles, de façon à prendre toutes les positions nécessaires pour diriger les rayons sur une partie du corps ou sur le corps tout entier. Le bain complet de *Chaleur radiante lumineuse* se compose de quatre grands réflecteurs de cuivre contenant chacun deux ampoules Dowsing et fixés sur des supports mobiles. — Le malade repose sur un lit recouvert d'un matelas d'amiante, les réflecteurs sont amenés de chaque côté du lit et une couverture en amiante est placée au-dessus des réflecteurs, sans toucher le corps du malade en aucun point, excepté au niveau du cou qu'elle entoure, laissant ainsi la tête à l'air libre. — La distance séparant la couverture du corps doit être d'au moins 30 à 40 centimètres. — Il suffit alors d'agir sur l'appareil de commande du courant électrique et sur le régulateur pour obtenir en quelques instants la température prescrite. Le malade qui se trouve, la tête exceptée, dans une atmosphère atteignant quelquefois

la température de 250° et même 260° C., n'éprouve aucune fatigue, et peut librement causer ou même lire sans le moindre malaise. Que le corps humain, sans être brûlé, supporte de semblables températures, paraît à première vue paradoxal. — En effet, la chaleur humide des bains, cataplasmes, fomentations, etc., est dangereuse à 44° C. — Les bains de vapeur à 46° C. ne sont supportables que très peu de temps, et il est impossible d'y séjourner à 50°. — Les bains d'étuves sèches dépassent eux-mêmes rarement 80° C., 100° et au maximum à 110°, ce qui n'est pas sans présenter un véritable danger pour un séjour un peu prolongé.

Le bain complet donne de remarquables résultats dans certains cas, mais en dehors de ce mode de traitement général, la *Chaleur radiante lumineuse* s'emploie directement en dirigeant ses rayons, sans échauffer l'air ambiant, sur un organe ou un membre malade ; son action peut ainsi être localisée à un bras, une main, un genou, etc. Divers appareils de forme spéciale permettent ces nombreuses applications du traitement et présentent la même innocuité que le bain complet. La goutte, l'arthritisme, le torticolis... en bénéficieraient (Drs Hedley, Sibley, W. Bain,...) ; les résultats publiés par l'inventeur lui-même sont jusqu'ici exclusivement anglais ou américains, ils m'ont été personnellement confirmés par le Dr W.-S. Hedley. Des essais sont faits à Paris.

Nous rappellerons que la durée de ces bains lumineux, sur lesquels la grande presse fait depuis quelques années trop de bruit sous le nom de *lumière vitalisée* et qu'avec nous les médecins préfèrent appeler aujourd'hui *l'héliothérapie artificielle*, ne doit pas être trop longue, que l'optimum est de quinze à vingt minutes. Certains sanatoriums (Dresde, encerniole,..) font pro-

mener les gens nus, isolés, par sexes, en plein soleil (1).

Strebel (*Deuts, méd. Zeitung, 1901*), pour le grand bain de lumière électrique chez les *obèses*, utilise des lampes à arc (46 à 48° C., durée vingt à vingt-cinq minutes). Au bout de quinze minutes, il est bon d'allumer progressivement les lampes pour que la température ne soit pas brusquement trop élevée ; de placer de la glace ou l'appareil réfrigérant de Winternitz autour de la tête, ou d'envelopper le cou du sujet de compresses froides. Après la séance, bain ordinaire de 23 à 30° C., ramené au bout de cinq minutes à 20 et 18°, avec friction au gant de crin, puis douche, massage et repos d'une demi-heure dans une couverture. Deux séances par semaine sont suffisantes. Le bain de lumière aide encore à l'élimination du plomb dans le saturnisme chronique (Dr de Renzi). De même pour la *bronchite catarrhale*, simple ou compliquée d'emphysème, pour les *névralgies*, pour les *intoxications chroniques*,.. pour l'*obésité* et surtout diabète, M. G. Barbensi a noté d'excellents résultats pour cette dernière affection, même les cas anciens voient diminuer rapidement le sucre.

Le Dr Ch. Colombo préconise aussi les courtes durées pour stimuler la circulation périphérique, 5 à 8 minutes pour les anémiques. Pour ce qui est des neurasthéniques, dit le même auteur en sa *Revue de Thérapie physique*, nous relevons que par le bain de lumière leur irritabilité, l'insomnie, la céphalalgie, la faiblesse et l'épuisement s'évanouissent. Chez un neu-

(1) Les établissments d'insolation totale sont nouveaux, mais l'idée est ancienne, on la trouve exposée dans *l'Hygiène à table* de Foveau de Courmelles (préface de Dujardin-Beaumetz), en 1894, où le soleil est assimilé à un aliment, et dans le *Médecin de Madame*, du Dr J. Gérard, en 1896.

rasthénique, le bain de lumière provoqua la disparition absolue du bourdonnement aux oreilles, qui le tourmentait depuis quelque temps, surtout la nuit. En général, cèdent aussi la torpeur, la sensation de constriction et d'oppression à la région du cœur, qu'ont certains de ces patients. Chez tous les malades de ce genre nous avons constaté toujours une augmentation graduelle du poids du corps et de la force musculaire, de la vigueur de la digestion ; et le pouls, auparavant fréquent et petit, devint plus régulier et plus ample. Il a aussi noté les améliorations indiquées précédemment.

Les bains locaux dans les arthrites tuberculeuses, l'exposition de l'articulation malade aux rayons du soleil plusieurs heures par jour, ont donné au professeur Poncet d'excellents résultats ; de même les Drs Perdu et Blanc ont publié un cas de guérison de tumeur blanche suppurée du genou par les bains de soleil, et les applications artificielles donnent sensiblement les mêmes succès.

La Lumière colorée.

Dans certaines maladies contagieuses : variole (Finsen), scarlatine (Schoull), de simples rideaux rouges donnent d'éclatants succès ; dans cet ordre d'idées, on avait d'abord préconisé l'obscurité (en 1894, j'eus un succès dans un cas de variole confluente grave avec celle-ci, et des masques de collodion et de graisse) ; Engel a remarqué que l'éruption variolique se limite avec le rouge, l'atténuation des pustules se fait, et des vésicules s'arrêtent et ne suppurent pas, tout au plus a-t-on de légères dépressions. Pour la scarlatine, la desquammation n'aurait pas lieu, et par suite peut-être la contagion qui en dépend ne se produirait-elle pas.

La lumière rouge n'atteint pas toujours les mêmes résultats, on a signalé des insuccès, mais on peut l'ajouter aux procédés ordinaires et l'application en est des plus simples : on garnit toutes les fenêtres, tous les jours ou ouvertures avec des rideaux d'andrinople rouge.

La rougeole avorte rapidement, d'après le Dr Chatinière, l'éruption disparaît, l'hyperthermie s'apaise, les phénomènes laryngés et bronchiques sont très atténués. Un jeune Caucasien, devant qui il contait, par hasard, les surprenants résultats de la photothérapie, lui apprit que, depuis de longues années, dans son pays, on a coutume d'habiller de chemises rouges les enfants atteints de fièvres éruptives et, en particulier, de la rougeole. D'ailleurs, il paraîtrait que les Orientaux ne sont pas seuls dépositaires du secret ; et une de ses clientes, native de Saint-Dié, lui a affirmé ce qui suit : dans les Vosges, quand un enfant a la rougeole, sa mère l'enveloppe du jupon qu'elle porte habituellement. Ces mœurs empiriques n'ont certes pas grande valeur scientifique ; mais lorsque, d'aventure, une méthode expérimentale démontre l'efficacité d'un remède populaire, il ne faut pas hésiter à reconnaître l'accord de l'observation simple et du raisonnement scientifique.

Les rayons rouges du spectre ont servi au Dr W. Winternitz (de Vienne), contre certaines dermatoses: les placards éruptifs des eczémateux, préalablement recouverts d'une fine étoffe de soie de couleur rouge intense, furent exposés très longtemps à la lumière solaire, et tous les malades traités. quelque fut la nature de l'eczéma, virent céder le suintement séreux, l'hyperémie cutanée, l'infiltration inflammatoire. On sait aussi que les pommades rouges du moins protègent efficacement la peau dans la pollagre, le prurigo estival. D'après Binet, Féré, Gilles de la Tourette, le

rouge serait un agent dynamogène pour les nerveux.

On a récemment constaté dans le laboratoire de plaques photographiques de MM. Lumière, à Lyon, que les ouvriers qui travaillaient dans une salle, dont les *vitres* étaient toutes *rouges*, se montraient très excités pendant le travail même : ils chantaient, raisonnaient à haute voix et gesticulaient sans cesse ; à la fin de la journée ils étaient absolument éreintés. Lorsqu'aux vitres rouges furent substituées des *vitres vertes*, ils se montrèrent plus calmes.

M. Donza songea alors à expérimenter l'application de la lumière colorée au traitement de certaines formes de maladies mentales et nerveuses. Ainsi il fit installer dans une chambre, tapissée en rouge et dont les fenêtres avaient les vitres rouges, un mélancolique, qui se refusait à parler ; après trois heures, qu'il était resté dans cette chambre, il devint gai et loquace. Un autre malade taciturne, qui refusait les aliments, fut tenu pendant un jour et une nuit dans la chambre rouge : au matin suivant il chercha spontanément la nourriture, et la mangea avec avidité ; depuis lors il est parfaitement guéri. M. Donza expérimenta aussi l'effet de la lumière bleue sur deux malades. Il s'agissait dans le premier cas d'un individu agité à un tel degré, qu'il était nécessaire de le tenir toujours avec la *camisole :* on le fit passer dans une chambre dont les fenêtres avaient les *vitres bleues*, et après une heure il devint par faitement calme. Le même résultat fut obtenu chez un autre malade, que l'on fit rester pendant un jour et une nuit dans une chambre avec des vitrages violets (1).

(1) « Ces observations de M. Donza, dit la *Revue Internationale de Thérapie physique* sont très intéressantes, mais elles ne sont pas tout à fait nouvelles. Ainsi que le rédacteur de la *Juventud Médica* (Guatemala) l'a fait noter, il y a déjà 20 ans

Si d'autres lumières colorées étaient nécessaires, la lampe focale et le réflecteur parabolique déjà décrits pour le bain de lumière locale pourraient être utilisés, mais avec un disque diversement coloré placé devant la lumière et n'en laissant passer que les radiations voulues.

Photothérapies diverses et modes d'action.

D'autres lumières artificielles, comme l'acétylène employée avec une lampe à un bec et deux brûleurs convergents de la puissance de 30 bougies, avec lentille et plaque de verre bleu-violet ont donné au docteur G. Colleville d'excellents résultats dans l'ulcère variqueux, le mal perforant plantaire, des excoriations de la jambe, des gourmes scrofuleuses...

L'électro-photothérapie totale a été très étudiée ces deux dernières années. M. Kessler (*Wratch*, reproduit par la *Revue internationale de Thérapie physique*) a recherché l'action de l'électro-photothérapie : 1° sur la douleur; 2° sur les extravasats sanguins; 3° sur les exsudats articulaires et 4° sur les affections cutanées. Il n'a pas cherché à exclure les rayons caloriques de l'action générale de la lumière électrique, la douleur diminue considérablement et même disparaît parfois déjà après la première séance. Les extravasats sanguins et les exsudats articulaires se résorbent très facilement. Les éruptions eczémateuses s'améliorent

qu'en Italie on avait proposé de traiter certaines maladies mentales par la lumière, c'est-à-dire en se servant de vitrages colorés et de tapisserie en papier de la même couleur (rouge ou violette). » Voir encore l'*Hypnotisme*, Hachette, 1890, et la *Chromothérapie*, communication à l'Académie de Médecine de Paris du 28 juillet 1891, et les travaux du Dr Joire de Lille. A l'Institut, M. Camille Flammarion a montré que le violet augmentait le nombre des femelles des vers à soie (1899-1901).

sensiblement. L'auteur croit qu'en appliquant de bonne heure l'électro-photothérapie dans les cas de contusion, on pourrait facilement prévenir la formation des bleus et la production d'exsudat. D'une manière générale, les effets obtenus par l'électro-photothérapie sont bien plus prompts et plus complets que ceux que l'on obtient avec d'autres procédés thérapeutiques.

De même MM. J. Gabrilovitch et L. Finkelstein (*Wratch*), avec de nombreuses observations, ont remarqué que la douleur diminue et disparaît sous l'action de l'électrophotothérapie. Cette action bienfaisante de la lumière électrique se manifeste aussi bien dans les différentes névralgies que dans les douleurs rhumatismales. Toutefois, la douleur disparue est très sujette à des rechutes; la guérison complète n'a lieu qu'après un certain nombre de séances. Cette méthode de traitement exerce aussi une action favorable sur les manifestations cutanées et osseuses de la tuberculose, et il est probable que la tuberculose pulmonaire en bénéficie également, ce que les auteurs se proposent d'étudier dans leurs recherches ultérieures.

Pour M. Lindemann (*XXII*e *Congrès de la Société de Balnéologie Berlinoise*), les effets produits sont d'ordres calorifique, bactéricide, chimique et suggestif. L'arc voltaïque de 15-30 ampères lui a donné des succès dans les ulcères atoniques, l'acné et les furoncles.

— Le Conseil sanitaire de l'Autriche méridionale, invité par le Ministère de l'Intérieur et à propos d'un cas spécial, a prononcé son jugement (rapporteur, M. le professeur Jacob) sur les *bains de lumière électrique*. Selon ce rapport, l'action curative de ces bains n'a pas été encore assez étudiée, pour permettre d'en donner un jugement définitif; jusqu'à présent il n'y a point de faits positifs, qui puissent prouver l'action spécifique de la lumière électrique; mais, puisque par

les bains de lumière on obtient surtout des effets thermiques, on ne peut *rien objecter* à leur application. Le rapport donne les prescriptions suivantes pour l'application des bains de lumière : 1° Les appareils pour l'application des bains de lumière électrique doivent être installés par des spécialistes en électrotechnique. 2° Les bains de lumière ne doivent être appliqués que sur prescription du médecin ; leur emploi est soumis à la direction et à la surveillance d'un médecin. 3° Cette nouvelle méthode thérapeutique devrait être argument d'expériences, établies selon les principes scientifiques de clinique. A ce dernier propos, M. Jacob fait remarquer que, à Prague, à la nouvelle Clinique médicale, on a déjà introduit l'application des bains de lumière, sous la direction de M. le professeur von Jakhsch.

— On a proposé d'appeler *photothérapie négative* ces applications de lumière rouge et *photothérapie positive*, celles de lumière chimique. Ces expressions nous paraissent impropres puisque dans les deux cas on soustrait des rayons que la photothérapie dite positive n'utilise pour ainsi dire de la lumière que... ce qui n'en est pas, du *chimisme!* Les expressions actuelles de *photothérapie calorifique* ou *chimique* ne suffiraient-elles donc pas, sans maladroitement compliquer ce langage.

Lumière chimique et radiations métalliques.

La *lumière chimique* est plus intéressante, en quelque sorte, que les précédentes, puisque, agissant sur des affections incurables, alors que les autres radiations lumineuses ne font que soulager et guérir des maladies que la pharmacopée peut également améliorer. Les zoologistes et les botanistes avaient déjà, de-

puis une trentaine d'années, pensé à séparer les divers rayons du spectre afin de voir quelle influence la chaleur, la lumière ou le chimisme du soleil ou d'une source artificielle avaient sur les êtres vivants, végétaux ou animaux, spores, œufs de têtard, etc...

C'est N.-R. Finsen, de Copenhague, qui reprit pour l'homme ces séparations radiantes et mit bien en évidence, pour la lumière chimique, son pouvoir bactéricide et curatif depuis 1895 (1); le lupus, incurable jusqu'à lui, ne résiste plus, de même certains cas d'affections cutanées : épithéliomas, acnés... Le docteur Rieder applique à l'hôpital M. S. de l'Isar, à Munich, le soleil qui y réussit alors qu'à Paris, à l'hôpital Saint-Louis, on a échoué :

« Une chambre construite sur le toit est destinée à l'application des rayons solaires directs; elle a les parois en verre et mobiles. La lumière y pénètre en grande quantité et est utilisée pour les bains de lumière du corps entier et pour l'application localisée en certains points de la peau, en suivant la méthode de Finsen (R. E. Mœdriger) ». La méthode, en ces conditions, est relativement peu coûteuse. Mais, à moins que ce ne soit le soleil si capricieux, c'est un arc voltaïque de 75 à 80 ampères, de complexes lentilles, une inu-

(1) Le Danemarck et les nombreux établissement hospitaliers contre la tuberculose. L'Institut « Finsen » fut fondé en 1896 dans le but de faire des expériences et de contribuer au progrès des examens des effets de la lumière sur les organismes vivants, surtout, tendant à utiliser les rayons au profit de la médecine pratique. L'Institut dont le président de l'administration est M. Hagemann, usinier et conseiller municipal, a reçu beaucoup de dotations privées, et, par la loi financière de 1900, il lui a été voté une somme de 350,000 francs comme prêt sans intérêt. L'Institut est installé à Rosenvanget, à Copenhague; le nombre de malades de lupus qui y ont été guéris est très considérable.

tile et très altérable solution cupro-ammoniacale, une grande circulation d'eau..., son outillage est donc énorme, dispendieux d'achat et de coût par séance, aussi, malgré Finsen et ses élèves (Bie, Bang, Forchammer) et leurs beaux travaux; sa méthode ou Finsenthérapie sans être positivement arrêtée à Copenhague ne s'est guère étendue, il en est de même de la *Rœngenthérapie*, moins contestée, quoiqu'encore complexe, celle-ci parfois dangereuse puisque provoquant inutilement certaines dermatites que les tribunaux français ont fait payer déjà cher aux praticiens qui les avaient produites; ces deux méthodes radiographiques ne se sont donc que peu propagées, malgré leur puissance. Sollicité depuis plusieurs années par divers médecins de l'hôpital Saint-Louis — où j'applique divers traitements électro-cutanés depuis 1892 mes bi-électrolyses, maniluves électriques — d'en trouver une solution plus pratique, plus commode, moins coûteuse, ou autrement puissante que, les scarifications et le galvano-cautère couramment employés et qui sont cause parfois de l'augmentation du mal, j'ai d'abord pensé à rapprocher la source lumineuse du patient et d'aller faire construire l'appareil dont j'avais déjà parlé à Saint-Louis (mai 1900); j'ai pu, en octobre 1900, décider M. G. Trouvé, dont l'idée primordiale était simplement la généralisation du bain local de lumière par lampe focale de miroir parabolique, — sans aucune préoccupation des lupiqnes, si peu nombreux, disait-il, par rapport aux arthritiques, névralgiques,... — à construire le dispositif Foveau-Trouvé, véritable *radiateur chimique*. La genèse de ce Finsen simplifié, né à Saint-Louis, a été parfaitement reconnue à la *Société de Dermatologie* de Paris, le 2 mai 1901. J'ai essayé d'ailleurs les deux appareils, lampes à arc, ou à incandescence, spéciale ou non, simplement rapprochés

au maximum du malade, ou lampe à arc foco-parabolique, aussi près que possible également, et j'ai donné la préférence à ce dernier système.

Mais avant d'arriver à nos dernières modifications personnelles, il nous paraît utile de placer ici certaines actions chimiques jusqu'ici inexpliquées comme phénomènes thérapeutiques et qui, aujourd'hui, s'éclairent des faits dits de *lumière noire*. Ces faits ne sont pas nouveaux, mais, dans le domaine de la *métallothérapie* de Burq ou *burquisme*, ou de la *métallothérapie franklinienne* (Foveau de Courmelles, Congrès de Rome, 1894), ils nous paraissent fournir l'élément chimique agissant. Dès le début de la connaissance des rayons de Rœntgen, on a identifié les brûlures du soleil à celles des rayons X, à l'insolation électrique, puis on les a expliquées par l'électrolyse. On sait encore que deux métaux appliqués sur la peau, zinc et cuivre, zinc et argent, argent et cuivre, reliés ou non par un fil conducteur, produisent un courant agissant sur l'organisme *(voltaïsation* et *galvanisation)*; en dehors de la sudation ou perspiration insensible. il s'y surajoute évidemment des radiations chimiques propres au métal. On sait aussi qu'un seul métal placé sur la peau des sujets nerveux, sur telle ou telle région cutanée d'hystériques, sur des zones hystérogènes ou hypnogènes, produit des phénomènes curatifs mis en lumière par Burq et bien constatés à l'hôpital de la Salpétrière, à Paris, en 1876, par Charcot, J. Luys et Dumontpallier. Le sensitif serait alors sensible aux radiations métalliques comme la plaque photographique; n'en est-il pas de même pour la rétine de certains aveugles? ainsi qu'en mes expériences des rayons X sur 240 jeunes aveugles, je l'ai démontré, puisque 9 les percevaient, alors que notre œil normal exige des artifices pour les voir.

(Académie des Sciences de Paris, 21 mars 1898.)

Or, tous les corps émettent des radiations chimiqées, substances inertes ou êtres organisés; en ces dernières années, on l'a surabondamment prouvé. Notre hypothèse est rationnelle; aussi, croyons-nous, et l'idée de cette identification de phénomènes physiques et physiologiques nous est personnelle et émise, pensons-nous, pour la première fois : le burquisme s'expliquerait, dans les cas heureux, par les radiations chimiques concordantes entre le corps humain et le métal agissant; dans les cas indifférents, par des interférences de ces radiations qui, alors, se détruisent; dans les cas à hyperexcitation et aggravation des phénomènes morbides, par une discordance des ondes lumineuses obscures se superposant. Pour la *métallothérapie franklinienne,* que nous avons découverte et signalée avec l'action sédative de la lumière (*Revue de Polytechnique Médicale*, février 1893), l'action chimique est encore plus évidente, la machine statique produisant, à la fois et abondamment, de l'ozone et des rayons ultra-violets, et les faits sont plus probants et plus manifestes : ainsi, le peigne, en la douche cérébro-statique positive, pour le neurasthénique, l'hystérique, agit-il mieux ou différemment, selon qu'il est en cuivre, en aluminium, en fer...

La *lumière vivante*, en dehors des raies et autres poissons radiants, des grégarines et des noctiluques, est un phénomène radiant du même ordre. Le Dr Raphaël Dubois a vu que les microbes lumineux ou photobactéries produisent, dans certains cas, une belle luminescence, d'un éclat particulier : la lumière qu'ils émettent contient si peu de rayons chimiques qu'il faut un très long temps de pose pour obtenir un cliché, même avec une plaque instantanée; les rayons calorifiques sont en quantité infinitésimale. En outre, la

force de pénétration de cette lumière est assez grande pour lui permettre de traverser certains corps opaques comme le bois et le carton. Dans les cultures ordinaires, sur bouillons solides, leur pouvoir éclairant est faible et très limité, mais il peut être accru considérablement, en le cultivant dans des milieux liquides contenant de l'eau, du sel marin, un aliment ternaire, un aliment azoté, un aliment phosphaté et des traces de composés minéraux. Les corps qui donnent les meilleurs résultats sont, parmi les éléments ternaires : la glycérine et la mannite ; parmi les éléments quaternaires : les peptones et surtout l'asparagine ; parmi les éléments phosphorés : la nucléine, la lécithine et le phosphate neutre de potasse. En résumé, grâce à ces bouillons liquides convenablement préparés et ensemencés avec de bonnes cultures de photobactéries, M. Dubois est parvenu à éclairer une salle avec une lumière fort douce et agréable à l'œil, dont l'éclat avait l'intensité d'un beau clair de lune. Il a pu également, en enfermant dans de petits matras en verre des bouillons liquides lumineux avec une certaine proportion d'air, obtenir des veilleuses d'un genre tout nouveau pouvant éclairer plusieurs nuits de suite quand l'air n'est pas renouvelé, et plusieurs semaines, voire même plusieurs mois, lorsqu'ils sont simplement fermés avec du coton laissant passer l'air.

Ces phénomènes de radiations universelles, aussi bien du corps humain, dont les effluves digitaux influencent la plaque sensible, que des métaux décapés ou non, des animaux phosphorescents sont, depuis la mémorable communication de Rœntgen à la Société physiologique de Würzbourg, en décembre 1895, et les travaux qu'elle a provoqués, indiscutables. Les phénomènes de radiations humaines ont été mis en lumière par Guebhard, Baraduc, David, Brandt et

J. Luys, et le magnétomètre de l'abbé Fortin en témoigne aussi comme la plaque photographique.

QUEL EST L'AUTEUR DE LA DÉCOUVERTE DES PHÉNOMÈNES DITS RADIOACTIFS? se demande M. P. de Heen, en une récente brochure. Le savant belge, professeur de l'Université de Liège, essayant de déterminer la récente origine des *émanations lumineuses s'échappant de tous les corps*, particulièrement des rayons de Becquerel, que l'on a d'abord appelées *lumière noire (?)*, s'arrête beaucoup trop près de nous. Citons, à ce propos, les conclusions suivantes tranchant le différend que soulève M. de Heen; elles émanent du mémoire de l'Allemand Môser présenté par de Humbolt, le 29 août 1842, à l'Académie des Sciences de Paris. On les retrouve citées dans le premier enseignement des rayons X à l'Ecole pratique de la Faculté de Médecine de Paris, 1896-97, in *Traité de Radiographie* (Foveau de Courmelles, 1897) :

« ... 9° Tous les corps rayonnent de la lumière, même dans l'obscurité; 11° les rayons émanés des différents corps agissent, comme la lumière, sur toutes les substances; 12° les rayons, insensibles sur la rétine, ont une réfrangibilité plus grande que ceux qui proviennent de la lumière solaire, directe ou diffuse; 13° deux corps impriment constamment leurs images l'un sur l'autre, même lorsqu'ils sont placés dans une obscurité absolue; 14° cependant, pour que l'image soit appréciable, il faut, à cause de la divergence des rayons, que la distance des corps ne soit pas trop considérable; 17° il existe une lumière latente comme une chaleur latente... » Ces phénomènes, absolument oubliés, ont pris une amplitude nouvelle et une importance considérable par les nombreuses communications du Dr Gustave Le Bon, à l'Institut de France. Mais ces faits avaient été alors démontrés, dès la première

heure, par Arago, Bréguet, Masson,...: tous les corps, êtres, plantes, métaux... émettent des rayons invisibles. Depuis, le capitaine Colson, M. et Mme Curie, à la suite des recherches de MM. E. et H. Becquerel, ont trouvé de nouveaux corps radioactifs, et bientôt, sans doute, sans bobine ni accessoires, sans appareil producteur de rayons chimiques, le radium permettra de lire, comme avec les rayons X, en l'intérieur du corps humain, voire d'agir thérapeutiquement; cependant, le Dr Freund, de Vienne, qui a essayé les *rayons de Becquerel*, n'a pas encore obtenu de résultats curatifs. M. Becquerel, lui, a été brûlé par du radium placé dans une de ses poches.

C'est par ces radiations, aujourd'hui indiscutées. rendues même plus évidentes par leur concentration en plaçant les métaux au foyer du réflecteur parabolique Foveau-Trouvé (*Société Française de Physique*, 15 novembre 1901), que peuvent s'expliquer, non seulement, comme nous le disions plus haut, le *burquisme* et la *métallothérapie franklinienne*, mais encore très probablement les phénomènes de suggestion mentale, télépathie,... que, sans doute, la volonté peut augmenter et projeter (*L'Hypnotisme,* Foveau de Courmelles, 1890). Comme en la télégraphie sans fils, où les ondes herziennes n'ont été captées que le jour où le Dr Edouard Branly a trouvé des appareils accordés, des tubes à limailles radio-conducteurs les recueillant, vibrant à l'unisson, les radiations chimiques n'agissent que sous certaines formes, en des conditions déterminées pour la plupart encore inconnues de nous.

La preuve n'en est-elle pas déjà, selon les observateurs, disons mieux, selon les malades, dans les actuelles cures publiées du lupus, où tantôt agit la lumière cathodique sans compression de la région

malade ou de même la lumière de la lampe à incandescence, alors qu'il faut une pression très énergique de la région traitée, l'expulsion complète des hématies de la lésion comprimée dans l'appareil de Finsen ou ses dérivés. Donc, pour certains cas, la région doit être dévascularisée, privée de son sang; dans d'autres, c'est indifférent; pourquoi? La lumière ultra-violette agit encore à distance pour décharger les corps électrisés, pour rendre visibles des décharges silencieuses (*Télégraphie photo-électrique* de Carl Zickler, de Brunn), et peut-être agit-elle sur les organismes en modifiant leur état électrique, en électrolysant, en décomposant,... Là, où elle agit beaucoup, perpendiculairement, dans les pays chauds, les lupus sont beaucoup plus rares que dans les pays froids (*Thèses*, Darbois, Degrais, Paris, 1901, et *Société Française d'Hygiène,* juillet 1901). En notre domaine, la lumière produit un courant électrique mesurable.

Des Rayons X en thérapeutique.

La lumière chimique s'applique donc à l'heure présente, pratiquement du moins, par les rayons X. L'action de ceux-ci a été niée au Congrès de la tuberculose de 1898 par le rapporteur, malgré de nombreuses guérisons obtenues avant et depuis dans les diverses formes de cette affection (arthrite et Kirmisson, péritonite chronique à forme ascitique et Ausset...) Mais une méthode, non discutée, de lumière chimique, est celle de Finsen et ses dérivés, elle réagit sur toutes les formes de tuberculose mêmes profondes, nous avons des résul tats : les lupiques sont parents de tuberculeux ou souvent candidats, mais ce sont surtout les affections cutanées qui en bénéficient et d'ailleurs les unes et les autres se tiennent et la rougeole par exemple, prédis-

pose aussi bien à la tuberculose pulmonaire que cutanée (du Castel). Les succès de la haute fréquence et de ses effluves montrent l'action, identique et profonde, d'une lumière ultra violette, les mêmes courants ont surtout donné des résultats dans le lupus érythémateux surtout le symogin aberans depuis 1897, par les Drs Brocq et Bisséré. Celui-ci a relié à la terre une des extrémités du solénoïde réunissant les armatures externes des condensateurs de haute fréquence par une chaîne métallique et l'autre extrémité de ce solénoïde est attaché au résonnateur. Le malade, non isolé, est assis sur un tabouret. L'appareil étant mis en fonction, on promène l'électrode condensatrice à manchon de verre sur les points à traiter, le manchon de verre en contact immédiat avec la peau.

Nous appliquons les rayons X en thérapeutique et nous ne voudrions pas affirmer que notre absence de lésions tienne à nos soins particuliers, mais bien vraisemblablement à une série de cas heureux et à un nombre plutôt limité d'applications; cependant, en présence de nos résultats et de discussions si opposées en les congrès, nous croyons qu'on peut normalement bien diminuer, même quand ils sont inévitables, les accidents des rayons de Rœntgen. La durée de pose est souvent trop longue, le tube trop près. Déjà (*Institut de France* et *Société de Biologie* de Paris, juillet 1897, et *Congrès de Neurologie et Electricité Médicales*, Bruxelles, septembre 1897), nous exposions que les rayons X, *radioscopiques*, c'est-à-dire produits par des oscillations très rapides de l'interrupteur de la bobine, se rapprochaient par suite des courants inoffensifs de haute fréquence, et étaient beaucoup moins dangereux: ces faits ont été confirmés.

MM. Schiff et L. Freund, dans le traitement des dermatoses, pendant l'application protègent les parties

non malades par une lamelle de plomb de l'épaisseur de 1/2^{mm}, qui couvre des lamelles en carton : cette espèce de *protecteur* est troué en plusieurs points qui correspondent aux parties malades. D'après Albers, des écrans de carton revêtus d'étain laminé sont suffisants.

M. E. Schiff, puis Kienbock, ont constaté, en se servant d'une électrode construite par M. Freund, que les courants électriques à haute tension, appliqués sur la peau pendant une vingtaine de minutes chaque jour, produisent très rapidement la destruction des poils et des follicules pileux. Lœwald déclare presque, que c'est là le seul mode d'action des rayons chimiques, c'est inexact et, en l'espèce, le moyen n'est ni infaillible ni inoffensif.

Pusey (*Journal of American. Med. ass.*, 1900) rapporte le cas d'un lupus diffus du visage et du cou, traité par les rayons X. Le traitement fut continué tous les jours, du 24 au 26 du mois de mai, et ensuite avec une certaine discontinuité jusqu'au 21 du mois de juin. La dermatite qui s'ensuivit se borna aux tissus malades et les ulcères guérirent rapidement. Le traitement fut repris de nouveau du 2 juillet jusqu'au 10 du mois d'août et à cette époque-là, tout était guéri, à l'exception d'un petit coin de la bouche. Cette partie fut exposée de nouveau aux rayons et guérie. On se servit d'un courant de 12 volts et de 1 1/2 ampères. L'exposition avait duré de 5 à 15 minutes et la distance avait varié de 15 à 5 centimètres. La peau des parties environnantes avait été protégée avec des masques en plomb. Les cicatrices qui s'en suivirent étaient subtiles et flexibles.

M. Smith (*Buffalo Med. Journ.*, janvier 1901) rapporte aussi un cas de lupus qui avait duré quinze années avant d'être traité par les rayons X. Le malade

était un homme âgé de presque 80 ans et la maladie avait gagné le nez et les paupières. On fit des expositions de vingt minutes tous les cinq jours à la distance de deux pouces. Le malade fut guéri après douze expositions.

La suppression du champ électrique par l'interposition entre le tube de Crookes et le patient d'une plaque d'aluminium que tient à la main le patient donne aussi d'excellents résultats, la guérison du lupus, par exemple, sans dermatite. Cependant, d'après Freund Kienbock, Starker, Rieder, Holznecht, ce ne sont pas les décharges électriques qui auraient une influence quelconque, mais seulement les rayons X, et ceux-ci seuls, en l'espèce agiraient sur les bactéries, sur la peau et les poils. Les intensités sont très importantes, et les séances doivent être d'une demi et même une heure. En dehors de l'installation assez dispendieuse, on voit qu'avec ces durées, les séances le sont aussi.

M. Geyser a relaté(1) deux cas de lupus où il obtint une amélioration remarquable par les rayons X et l'électricité statique. M. Geyser a appliqué les rayons X en mettant entre le tube de Crookes et le corps du malade un écran de plomb, troué, en correspondance des parties malades. Il se sert pour ces applications d'un tube faible, par lequel on arrive à voir les os en radiographie blanche, et qui n'a pas la pénétration nécessaire pour les opérations chirurgicales. Lorsque l'application des rayons X provoque de la douleur, on la remplace en quelques séances par l'électrité statique. On commence le traitement par des séances qui se répètent tous les jours, et ensuite tous les sept jours. De même le Dr Smith a guéri, chez un vieillard de 80 ans,

(1) *Lupus vulgaris traité par les rayons X et par l'électricité statique*, par M. Geyser (*Société de Médecine de New-York*, janvier 1901).

un lupus ulcéré du tiers interne de la paupière droite remontant à 15 ans 1/2, avec 20 minutes de rayons X tous les 5 jours à cinq centimètres de la tête du patient, douze séances suffirent.

M. N. H. Chamberlain a rapporté une série de 13 cas de cancer cutané traités par l'exposition aux rayons X. Il s'est servi des tubes Morrell avec exposition de 3 à 10 minutes à une distance de 3 à 10 pouces. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec les tubes durs à 4 ou 6 pouces de distance avec 6 minutes d'exposition. La durée du traitement a été variable, les applications étant quotidiennes ou bi-hebdomadaires. Dans la majorité des cas les résultats ont été très encourageants. L'auteur ne croit pas que les rayons X agissent sur les tissus par électrolyse ou par cautérisation, mais bien par action propre non déterminée. Il croit pouvoir conclure que les rayons X sont susceptibles de guérir l'épithélioma de la face lorsqu'il n'y a pas d'envahissement ganglionnaire. Ils peuvent diminuer les douleurs, détruire les granulations exubérantes, etc. (*Journ. of electro-therapeutics de New-York,* mai 1901).

MM. Johnsson et Merril ont rapporté de même six cas guéris. Le Dr G. C. Hopkins obtint aussi des résultats non moins merveilleux par l'action des rayons X de Finsen.

— Il faut, on le voit, être éclectique en médecine, et le fait suivant va le prouver plus encore :

M. le Dr James H. Sequeira (*Medical Record*) vient de relater un cas très grave d'ulcère perforant qu'il avait soumis au traitement par la méthode de Finsen. Mais, puisque le malade ne pouvait pas supporter la pression exercée par l'appareil, nécessaire à obtenir l'ischémie des parties malades, il établit le traitement par les *rayons X*. Le résultat fut tellement encoura-

geant qu'il suivit la même méthode en onze cas encore. Il s'agissait de malades inopérables ou qui avaient refusé l'opération. Sur douze cas d'ulcère traités par les *rayons X* huit guérirent complètement et les autres quatre, encore en observation, étaient presque guéris. M. Stembek, de Stockholm, rapporte aussi un cas de guérison complète par le même traitement. M. Sequeira a été le premier à adopter la méthode, qui du reste est bien commode et ne tourmente point le malade.

Holland a obtenu par les rayons X la guérison d'un eczéma chronique obstiné du dos de la main gauche; Hall Edwards, trois lupus; Scholefield, un lupus nasal.

Jutassy (*Fortschritte auf d. Gebiete der Rontgenst.*) rapporte le cas remarquable d'un jeune homme de 22 ans atteint d'une volumineuse tache de vin siégeant sur tout le côté droit de la face et qui fut guérie par les rayons de Rœntgen. On ne soumit d'abord à l'action des rayons X qu'une petite partie de la joue, le restant, ainsi que la tête, étant protégé par un masque de plomb. Un mois après la partie du nœvus qui avait reçu les rayons X était plus pâle que l'autre partie. On soumit alors au traitement une plus large surface et l'épiderme fut dans ce cas détaché mettant à découvert le chorion. Le mal mit deux mois, à guérir mais au bout de ce temps toute trace de nœvus avait disparu, laissant une cicatrice blanche et lisse. Une année et demie après la peau était revenue dans sa plus grande partie à l'état normal. Le Finsen échoue généralement, alors que la lente électrolyse réussit.

De même, les docteurs R. Hahm et Albers-Schonberg, de Munich, répondant d'abord aux critiques de von Bergmann, ont démontré que les rayons de Rœntgen ont une action sur la peau, puis ils rapportent un

grand nombre d'observations de cas de lupus (20) traités à l'aide de ces rayons, et pour la plupart desquels les résultats ont été fort bons, puis 14 cas d'eczéma; pour ces derniers ils ont constaté qu'ils se dessèchent après une ou quatre séances. Les eczémas secs sont aussi favorablement modifiés. Ils ont traités aussi avec succès des maladies parasitaires telles que le *favus*, le *sycosis*, le *psoriasis*. Insistant sur les précautions à prendre et sur les détails de la technique, ils concluent : 1° La radiothérapie constitue un procédé thérapeutique sûr et efficace; 2° Ce procédé est particulièrement bon dans le lupus, l'eczéma, les œdèmes éléphantiasiques; 3° Lorsqu'il s'agit de traiter des surfaces étendues; 4° Les récidives ne sont pas plus à craindre qu'à la suite de n'importe quel autre procédé de traitement; 5° Le traitement par les rayons X n'a pas la prétention d'écarter toute autre intervention thérapeutique, il peut fort bien être combiné avec un autre mode de traitement. M. Zeichmeister a, lui aussi, de même, guéri un sycosis parasitaire grave de la barbe avec des séances progressives de 5 à 15 minutes.

La thérapeutique par les rayons X, à l'heure présente, paraît surtout dangereuse pour le médecin (procès à Paris et amendes), comme nous l'avons dit et montré, avec les récents accidents des rayons de Rœntgen rapportés au précédent chapitre, aussi convient-il de recourir au procédé, d'ailleurs aujourd'hui peu dispendieux, et dérivé de Finsen, le *radiateur* Foveau, modèles Trouvé, Noé,...

Photo-Chimie thérapeutique.

L'importance médicale du premier Finsen simplifié a été d'abord méconnue, bien que l'appareil fût présenté, au point de vue physique, à l'Institut par

M. Lippmann, le 24 décembre 1900; puis envoyé par leurs auteurs à divers corps savants. Il permet, en effet, au physicien de totaliser en quelque sorte la lumière à étudier, par suite de dépenser moins; au physiologiste, d'éclairer plus ou moins brillamment, sous le champ du microscope ou non, des infusoires, des microbes, et de voir comment ils se comportent... Le *radiateur* Foveau-Trouvé, depuis perfectionné par Foveau, est formé d'une lampe au foyer d'un réflecteur parabolique, d'un concentrateur tronc cônique en avant amenant les rayons en sa surface médiane, ou d'un réflecteur concave ou parabolique réfléchissant les rayons devant lui sur une sorte de surface focale placée très près de la lumière directe — de doubles enveloppes avec abondante et active circulation d'eau froide, pour éviter le passage des rayons caloriques et douloureux (selon la pression de l'eau, son rapide passage, on doit employer peu ou beaucoup d'eau; une pompe peut alors indéfiniment faire circuler la même eau, ou deux vases d'une vingtaine de litres peuvent être interchangés et mis à la hauteur ou sur le sol, selon qu'ils se sont réciproquement remplis ou vidés), d'une double lamelle de quartz interchangeable et que l'on place à volonté devant le concentrateur ou diamétralement opposé; dans les deux cas, on utilise la lumière directe et réfléchie, totalisée, dirons-nous, mais à des distances différentes, selon qu'on se sert du concentrateur tronc cônique ou du miroir concave focalisant en avant, et, avec la lumière directe, la lumière parallélique bi-réfléchie. On a vanté la position angulaire des charbons, telle que le cratère du charbon positif projette la plus grande partie de sa lumière suivant un cône dont l'axe passerait par le centre d'un orifice adapté au milieu d'une sorte de cuvette oblongue à double fond dont les parois, distantes de 6

à 7 millimètres, laissent circuler entre elles l'eau froide; nous n'avons pas obtenu de meilleurs résultats que par les charbons placés en face. Nos charbons sont bien au foyer, avec charbon mâle plus gros et charbon femelle, et le rapprochement — qui permet de surveiller en même temps le patient, ce qui est indispensable — n'a besoin d'être fait que toutes les deux ou trois minutes. L'intervalle entre la double lamelle de quartz à double réfraction doublée et calculée, qui forme compresseur est de 2 à 8 millimètres, et l'eau doit y circuler aussi claire que possible pour ne pas absorber de rayons chimiques.

Photogéniquement, nous avons avec 9 ou 15 ampères, les mêmes effets avec la lumière totalisée ou la lumière directe. La nature des charbons importe beaucoup; nous avons pu constater entre des charbons achetés par l'hôpital ou fournis par nous des différences photogéniques, et des durées variant pour les mêmes longueur et diamètre, de 1 à 5. Comme accessoires, on a un petit rhéostat pour faire varier l'intensité du courant, un voltmètre et un ampèremètre pour en mesurer la pression et l'intensité, et par suite les watts consommés et la dépense. On a encore un jeu de doubles lamelles de quartz enchâssés, de dimensions variables, selon les surfaces à traiter, et de longueurs extérieures dépendant de l'endroit à agir, plaies ou muqueuses internes.

On sait que le patient doit s'appuyer énergiquement sur le compresseur en quartz qui chasse les hématies de la région à traiter, sinon la lumière chimique qui le traverse n'agit pas. C'est une particularité intéressante sur laquelle nous avons déjà insisté, et cependant, sans cette expulsion forcée des hématies par le compresseur de quartz refroidi du Finsen, qui exige un infirmier spécial, ou du radiateur Foveau, où

le malade s'appuie lui-même, ce qui simplifie le personnel en rendant l'application meilleure, les effluves ultra-violettes ont donné des résultats avec la haute fréquence, alors que celles des machines statiques, même pourvues de condensateurs spéciaux et renforçateurs (S. Leduc), ne donnaient rien sur les animaux, même en dénudant la région (Le Bayon) et y attachant le compresseur classique. Les lupus débutent généralement par les fosses nasales et y sont alors intraitables ou méconnus; le chimisme à distance avec le radiateur Foveau réussit très bien sans aucune compression.

Foveau de Courmelles a essayé d'augmenter le chimisme qui, dans les rayons X agit sans compresseur, en plaçant sur celui-ci le fluorescent platino-cyanure de baryum, les résultats ont été négatifs. Les charbons recouverts de la même substance n'ont paru rien donner de plus, ces recherches seront poursuivies.

Cette efficacité remarquable des rayons chimiques dans le traitement du lupus si prouvée par les bons effets, et variables avec les formes, de la photothérapie appliquée localement, a donné à M. Danlos (Académie des Sciences de Paris) « l'idée d'emprunter l'énergie chimique à une source autre que la lumière. Dans ce but, il a fait usage de couples de zinc-cuivre préparés par voie humide. On verse dans un tube à expérience une solution saturée de sulfate de cuivre et on y ajoute de la poudre de zinc. On agite; il se fait un dégagement d'hydrogène, puis un précipité noir. Cette masse, de consistance pâteuse, a été appliquée avec succès sur certains lupus. Ceux-ci ne tardent pas à prendre l'aspect d'un écumoire et s'amendent très rapidement, mais il n'a pu suivre les malades assez longtemps pour constater leur guérison. Ce mode de traitement n'a, d'ailleurs, pas la prétention de rem-

placer la méthode de Finsen, » ainsi qu'à la séance annuelle de la Société de Dermatologie et de Syphiligraphie de Paris, le 15 avril 1901, le répétait M. Danlos.

D'ailleurs, la lumière donne aussi un courant électrique appréciable : le Foveau-Trouvé fonctionnant, le malade isolé, si on le touche, si on relie par un fil métallique la bouche du patient à un appareil enregistreur, on décèle un courant irrégulier, bien qu'émanant — *à distance* — d'un courant constant. Il y a donc ici à la fois, chose qui est signalée pour la première fois, lumière et électricité. Pour agir contre le manque d'isolement qui peut être une cause d'erreur, on place des électrodes impolarisables dans le tissu traité.

Certes, la haute fréquence et les rayons X, actifs, quoique inégalement et arbitrairement,— leurs insuccès étant encore inexplicables, — l'effluve statique, jusqu'ici inactive, mais peut-être puissante demain, sont pour les électrothérapeutes et les médecins en général des moyens plus simples à employer que le grand appareil de Finsen, quoique encore complexes et très dispendieux aussi, et parfois très dangereux (dermatites,...). Mais ces procédés de lumière chimique n'ont pas eu la régularité constante des guérisons que donne la méthode de Finsen ou ses actuelles simplifications.

Le miroir parabolique abandonné par Lahmann et Finsen (1), après que M. G. Trouvé le mettait en lumière, permet seul de totaliser la lumière, mais il faut que le miroir soit bien mathématiquement parabolique et les charbons placés au foyer, que la lumière ne se disperse pas et qu'on ne laisse pas passer de

(1) Archimède l'employait déjà pour incendier les vaisseaux romains devant Syracuse !

rayons calorifiques; en ces conditions, *seulement en ces conditions*, on obtient des résultats inattendus, nous ne craignons pas de le dire; en dix minutes, avec 10 ampères et 85 volts, on peut avoir une réaction énorme, trop violente même (souvent plus qu'avec 12 ampères et 70 volts!), c'est dire, si nous sommes loin des intensités et des durées de Finsen.

En effet, depuis le commencement de l'année 1901, à l'hôpital Saint-Louis, de Paris, surtout dans le service du Dr du Castel et dans celui du Dr Balzer, le radiateur Foveau-Trouvé fonctionne régulièrement. Voici, schématisés, quelques uns des résultats déjà obtenus et indéniables, puisque hospitaliers et d'ailleurs constatés par des photographies comparatives. Ils ont été produits par une séance, non d'une heure et quart de l'arc de quatre-vingts ampères de Finsen, mais par des séances de dix, quinze ou vingt minutes au maximum, selon les cas, avec l'arc voltaïque totalisé de 8, 9 ou 10 ampères. Les chefs de service suivent et favorisent avec le plus grand intérêt les résultats obtenus avec des appareils prêtés gracieusement par M. Trouvé et appliqués par moi et par un malade de la salle Cazenave, électricien émérite, M. Paul Menneron, et par mon préparateur, M. Fernand Wegler, ingénieur électricien, ancien élève du Polytechnicùm de Darmstadt. Au début, nous avons eu à vaincre certaines mauvaises volontés subalternes, mais aujourd'hui tout marche à souhait.

Le lupus érythémateux, qui échoue souvent au grand Finsen, cède avec une grande rapidité à l'arc et même à la lampe à incandescence (Foveau de Courmelles Minine); le lupus vulgaire exige un peu plus de temps et d'ampèrage, et surtout — semble t-il — de rayons chimiques; nous disons que pour le lupus vulgaire, le chimisme semble plus nécessaire, car il y a

encore peu de faits authentiques de guérisons de lupus par les lampes à incandescence, et, en outre, ils sont récents ou très récemment publiés. (Voir p. 354.) Les fistules tuberculeuses, les abcès froids régressent sous la même action, à la fois bactéricide et inflammatoire d'après divers auteurs cités en tête de ce chapitre et d'après le Dr Leisser; celui-ci, en présentant, à la Société de Médecine berlinoise, les 5 et 12 juin 1901, un certain nombre de lupiques améliorés et deux complètement guéris, faisait remarquer la longue durée des séances (75 minutes) et surtout le nombre des séances pour obtenir ce résultat : l'un des deux sujets guéris a été soumis à 300 applications de rayons de Finsen, l'autre à 278 (il nous manque la connaissance de l'étendue morbide). Pour le Dr G. Barbensi *(Rivista critica di Clinica Medica),* le Finsen s'applique aussi au traitement des lésions cutanées *syphilitiques,* du *chancre mou,* des *brûlures,* de l'*ulcus cruris*, de la *furonculose*, *psoriasis, eczéma* et surtout dans le *lupus vulgaris*. Le Finsen simplifié étant au moins égal à l'autre, on peut donc l'appliquer également à ces affections.

Comme dans toute la thérapeutique, il faut ici tenir compte de la posologie, de l'intensité ou ampérage et même de la pression ou voltage qui n'est nullement indifférent, ainsi que certains malades nous l'ont démontré, réagissant mieux à 8 ampères et 95 volts par exemple qu'à 10 ou 12 ampères et 70 volts.

Ces données étant encore à établir, il vaut mieux rester en deçà, comme durée, voltage et ampérage ; des accidents survenus à l'appareil postérieur, plus complexe et plus coûteux, d'ailleurs décrit plus haut, et pour des durées trop longues, ont confirmé la prudence dont nos préparateurs et opérateurs à l'hôpital Saint-Louis ne s'étaient pas départis sous notre

direction. Nous avons même pu, par suite, déduire une règle de conduite, c'est qu'il est facile de former des croûtes, de les effacer en quelque sorte sur le terrain lupique, mais que l'on risque — malgré l'action bactéricide, mais l'expérience est là, souveraine, et tous les pus ne sont pas streptococciques — d'enfermer du pus sous ces croûtes, voire sous la peau en apparence guérie, si l'on n'y insiste trop! Dans les applications des rayons de Rœntgen, le Dr Albers suspend également le traitement s'il se manifeste du prurit et de l'érythème initial (1). Les séances sont en moyenne de 10 minutes, mais il est des cas de 4, 5, 7 ou 8 minutes; les très vieux lupiques dont certains résistent d'après Finsen, à la lumière chimique, exigent des séances de 30 minutes, ils sont rares et le deviendront plus encore, les malades pouvant maintenant se soigner dès le début.

Dans les cas où les séances doivent être courtes ou suspendues, on est généralement prévenu par l'apparition du sang pendant la séance; alors on interrompt le traitement dans cette région, voire du malade, et on le reprend quelques jours après!

Les résultats immédiats, d'abord momentanés et ensuite s'accusant de plus en plus, sont très curieux : c'est le ramollissement de la peau, la disparition des

(1) La haute fréquence agissant ordinairement dans les prurits, eczémateux, anal, vulvaire,... pourrait être utilisée pour ne pas suspendre le traitement dans les cas pressés. Pour nous, du reste, il y a intérêt à soigner rapidement les lupiques, car on a pu constater que se réinfectaient facilement des régions guéries voisines de lésions encore existantes.

La guérison est parfaite quand la photographie des régions traitées ne révèle pas de points noirs, opaques et profonds.

— Les divers rayons ultra-violets, haute fréquence (Régnier et Didsbury), lumière (Minime), seraient des anesthésiques, pouvant même remplacer la cocaïne pour les avulsions dentaires...

aspérités, l'aspect lisse qui s'accuse de suite dans le lupus érythémateux corné; d'autres fois, on a des vésicules, sortes de brûlures se cicatrisant rapidement avec guérison de la région traitée. Les réactions physiologiques — irritation substitutive et bactéricide de Finsen — varient d'aspect avec le malade plus qu'avec l'effet obtenu, mais, avec la guérison, les microbes que l'on trouvait précédemment ont disparu. La phlyctène n'est pas indispensable, il semblerait même que sa production n'indique qu'une action superficielle et non profonde.

Il serait prématuré — le temps étant ici seul juge — d'être absolu et trop affirmatif en ce domaine nouveau et simple ouvert par le Foveau, modèles Trouvé, Noé,... mais les résultats actuels pour les diverses tuberculoses cutanées (glandes, lupus, chéloïdes, abcès froids, plaies tuberculeuses,..), et même internes (un léger souffle au sommet gauche a disparu après cinq séances), pour diverses dermatoses (acnés, épithéliomas, pelades,...) permettent d'espérer les mêmes succès que Finsen, sinon supérieurs (1). Dans des cas de pelade où Finsen a

(1) Parallèle entre le Finsen et le radiateur Foveau-Trouvé (un transformateur de 3.000 francs dans le Finsen diminue de moitié la dépense d'énergie électrique).

	FINSEN	FOVEAU-TROUVÉ
Dépenses d'achat	3.200 fr., appareils, plus pièce spéciale, installation d'eau, câbles énormes.	300 fr. nets (sur une canalisation électrique quelconque.)
Dépenses par séance à Paris (ville où l'électricité est la plus chère).	$80\,A. \times 110\,V. \times \frac{5}{4} \times 0{,}14 = 15$ fr. 40.	$10\,A. \times 110\,V. \times \frac{1}{6} \times 0{,}14 = 0$ fr. 23.
Durée des séances :	une heure et quart.	dix minutes.
Surface d'action :	un centimètre carré.	1, 5 ou 10 cent. carrés, à volonté.

Le radiateur Foveau peut même être aujourd'hui construit pour cent à deux cents francs.

obtenu d'excellents résultats, où Bordier en a eu également avec l'étincelle de haute fréquence, nous avons aussi produit des cures; parfois une seule séance a suffi pour arrêter la chute des cheveux... Les faits se multiplieront désormais avec la *Finsenthérapie* simplifiée. On voit avec combien de facilité et peu de dépenses, on la peut appliquer aujourd'hui : tout le monde pouvant reproduire un appareil simple, non breveté et nullement commercial. Mais il nous paraît antiscientifique et prématuré de conclure, comme l'ont déjà fait certains auteurs, que la pelade, par exemple, qui a parfois guéri avec les courants de haute fréquence, est, à cause de cela, de nature nerveuse : l'action de ces modalités très photothérapiques est plutôt chimique, et les maladies qu'elles guérissent sont parfaitement organiques (tuberculoses et caries osseuses, affections de l'utérus et des annexes,...)

Pour soigner plusieurs malades à la fois, nous avons imaginé un appareil sphéroïdal à double enveloppe pour la circulation d'eau froide et avec des charbons centraux; quatre ou plus même de compresseurs latéraux permettent à des malades de s'y appliquer énergiquement. Les rayons lumineux partis du centre y reviennent et augmentent ainsi la lumière directe qui, ici, est simplement directe et peut être, d'ailleurs, plus intense que dans l'appareil à un seul malade. Comme dans ce dernier, un jour latéral permet de regarder et de centrer la position des charbons, qui peuvent avancer ensemble par un parallélogramme articulé avec points de repère et graduation extérieure, ou séparément pour faire avancer celui qui s'use le plus vite et dont la position est alors réglée par l'arrêt contre l'autre charbon bien au foyer (modèle Foveau-Noé). On a bien adapté un régulateur, soit parmi les modèles existants, soit un régulateur personnel, mais il vaut

mieux n'en pas avoir et rester près de ses malades pour les surveiller soigneusement et bien noter tous les phénomènes qui se produisent dans ce domaine médical, où presque tout encore est nouveau ou inconnu (1) !

— *Dernière nouvelle photothérapique.* — Le *Petit Parisien*, quotidien connu, du 20 décembre 1901, contient la nouxelle suivante : « *La lumière froide.* M. le docteur Bang, un physicien danois dont le nom et les travaux sont bien connus du monde savant, aura été le premier à réaliser le rêve si longtemps poursuivi, sans succès, par tous les électriciens d'Europe et d'Amérique. Nous voulons parler de la lumière froide, qu'on n'avait obtenue, jusqu'à présent, qu'à l'état de vague phosphorescence, sans éclat comme sans durée. L'inventeur danois se sert d'une lampe à arc, dont les deux électrodes, en charbon, sont creuses, et à l'intérieur desquelles il fait circuler, au moyen d'un dispositif spécial, un courant d'eau très rapide. Le refroidisseur est si parfait que les charbons, dont la température normale est de 3,000 degrés, peuvent être impunément touchés avec la main au moment même de leur incandescence ! Grâce à cette propriété extrêmement remarquable, la lampe du docteur Bang sera appelée à rendre de grands services à la chirurgie et aussi à la médecine, notamment pour la destruction des germes pathogènes. Dans ce dernier cas, les électrodes en argent sont préférables. »

Bien que l'on puisse s'étonner d'abord de voir ainsi

(1) La lumière agit dans tous les domaines : si une solution d'acide oxalique est soumise en partie à la lumière qui la décompose, en partie à l'obscurité et qu'on réunisse les régions sombre et éclairée, on a un courant électrique diminuant si la lumière est bleue, violette, chlorophyllienne et non totale, augmentant avec l'addition de sulfate ferreux dans l'acide oxalique. (L. Querton.)

diminuer, par un de ses élèves, la découverte de Finsen, puis de constater que de 1893 à 1901, l'*Institut Photothérapique* de Copenhague n'ait pas perfectionné son si complexe outillage, avec ses énormes ressources (note, p. 373), et qu'il ait fallu les travaux français pour le faire entrer dans la voie de la simplification — encore faut-il attendre de *voir* les électrodes annoncées à l'hôpital Saint-Louis, à Paris, en octobre, par le docteur Ehlers, alors venu de Copenhague, et seulement soumises, en lecture ! au grand public, trois mois après, en décembre, et surtout *savoir le prix de revient* de l'appareil — *à priori*... complexe? — et des séances...! Quoi qu'il en soit, les résultats français restent consacrés, pratiques, peu dispendieux, donnant bien de la lumière froide, constante et riche en chimisme.

CHAPITRE XV

NÉCROLOGIE

Gramme. — Elisha Gray. — Rowland.

Gramme.

Nous avons, l'an dernier, au moment de mettre sous presse, annoncé la mort de l'illustre électricien Gramme, le génial ouvrier à qui l'on doit la dynamo qui porte son nom. Zénobe Gramme naquit le 4 avril 1826, à Ichay-Bodegnée (Belgique), d'une famille modeste, fut d'abord menuisier et montra une remar-

quable habileté de mains dans son métier. En 1851, il se trouvait à Liège où, tout en travaillant, il put compléter son instruction et étudier lse premiers éléments des sciences. Cinq ans plus tard, il vint à Paris, put se donner libre carrière. Il dessina plusieurs pompes intéressantes et d'autres machines. En 1860, il entra comme modeleur dans les ateliers de la Société l'*Alliance* où il fut frappé des effets de la machine Nollet et arriva de lui-même à en comprendre le fonctionnement. Il prit alors un traité de physique pour le consulter et y trouva la eonfirmation de ses suppositions. Il se mit à étudier la physique avec ardeur. Il construisit un régulateur électrique et perfectionna les machines de l'*Alliance*. Il alla ensuite étudier chez Ruhmkorff, chez Disderi, puis se livra à des expériences dans les ardoisières d'Angers. En 1867, il prit un brevet pour ses machines à courants alternatifs et renonça à son métier pour se livrer entièrement à ses études. C'est alors qu'avec les plus faibles ressources, il surmonta les plus grandes difficultés. En 1869, il fut breveté pour ses machines à courant continu, et, en 1872, il construisit la première dynamo industrielle, qui ouvrit la voie à toutes les grandes applications de l'industrie. A la suite de cette découverte, Gramme reçut un grand prix aux Expositions de 1878 et de 1881, une récompense nationale de 20.000 francs du gouvernement français et le prix Volta de 50.000 francs. Décoré de nombreux ordres étrangers, il était officier de la Légion d'honneur depuis février 1889. Gramme est mort à Bois-Colombes, près Paris, où il habitait en dernier lieu, le 20 janvier 1901, et nous avons pu regretter de ne pas voir tout au long son éloge et sa biographie dans le *Bulletin de la Société Internationale des Electriciens.*

Elisha Gray.

Le professeur Elisha Gray, inventeur du téléphone, est mort subitement à Newtonville (Massachussets). Il était âgé de soixante-cinq ans. La carrière du professeur Gray est un exemple frappant de ce que peut accomplir un homme doué d'une force de caractère pareille à celle de ce savant. A l'âge de quatorze ans, il commença à travailler chez un forgeron de l'Ohio. Il devint plus tard charpentier, puis constructeur de bateaux, tout en suivant les cours du collège Oberlin, aux environs de Columbus (Ohio). C'est à l'âge de quarante ans qu'il inventa le téléphone, car ce fut le 14 février 1876 qu'il prit un brevet pour cette invention dont il faisait la description. En dehors du téléphone, il a inventé divers appareils concernant la télégraphie, entre autres le « télautographe », grâce auquel on peut transmettre à n'importe quelle distance des dessins faits à la plume. Les journaux ont donc annoncé uniformément la mort, en Amérique, du professeur Elisha Gray, ajoutant : l'inventeur du téléphone... Or, il y a là une fausse interprétation de la vérité. Il faudrait dire : « l'un des inventeurs » du téléphone, car Elisha Gray, par un concours de circonstances vraiment incroyables, déposa son brevet à l'Office national américain le même jour que le professeur Graham Bell, en 1876. Celui-ci fit le premier connaître sa découverte au public. Ce n'est que plus tard que, sur les réclamations de Gray, on se reporta aux brevets. On y découvrit alors la plus extraordinaire des simultanéités. N'est-il pas miraculeux, en effet, que deux savants dirigent leurs recherches dans le même sens, sur un point aussi précis, aussi neuf, et se rencontrent pour déposer leur invention finale, à peu de chose près semblable, le même jour à l'Office des bre-

vets! Il nous paraît difficile qu'il y ait des précédents à une pareille coïncidence. S'il y en a, ils doivent être bien rares!

H.-A. Rowland.

Rowland, professeur à l'Université Johns Hopkins, décédé à Baltimore à 53 ans, s'occupa particulièrement de la *perméabilité magnétique*, notion devenue classique depuis lors. Mais ce furent surtout les expériences sur la convection électrique qui attirèrent l'attention sur le jeune physicien. Helmholtz cherchait à vérifier les idées de Weber sur la nature du courant électrique, et avait engagé un de ses élèves, M. Schiller, à mesurer les effets électromagnétiques d'une charge en mouvement; mais le résultat avait été négatif, et Rowland, alors en congé en Allemagne, vint lui présenter un plan d'expériences qu'Helmholz agréa, et qui furent exécutées dans son laboratoire. On sait combien cette expérience, dont le résultat fut très net, contribua à affermir l'idée de l'analogie entre un courant électrique et un transport mécanique d'électricité, sur laquelle a été édifiée la théorie des ions, celle des rayons cathodiques, celle des corps radioactifs, etc.; et si même les résultats obtenus récemment par M. Crémieu conduisent à la modifier ou même à l'abandonner, on ne pourra méconnaître qu'elle aura été très fructueuse (Ch.-E. Guillaume). En vue de la Conférence des électriciens, de 1884, Rowland fit en collaboration avec M. Kimball, une détermination de l'ohm qui donna un des résultats les plus voisins de la moyenne définitivement admise. Enfin, dans les dernières années de sa vie, il consacra les plus grands efforts à des travaux de spectroscopie.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE..... 5

CHAPITRE I

Faits et appareils scientifiques

Les montres aimantées (p. 11). — Troubles magnétiques dans les observatoires (p. 14). — Division décimale du jour et mesures électromagnétiques (p. 16). — Cohésion diélectrique des gaz (p. 18). — Convection électrique (p. 22). — Oscillation électrique et ondes aériennes (p. 24). — Nouveaux galvanomètres (p. 26). — Nouvelles piles et perfectionnements (p. 28). — Nouveaux accumulateurs (p. 35). — Compteurs et fréquencemètres à courants alternatifs (p. 42). — Voltmètre et ampèremètre à champ magnétique réglable (p. 46.) — Transformateur à haut voltage et à survolteur cathodique (p. 47). — Nouveau balai pour dynamos (p. 48). — Nouvel indicateur de terre (p. 49). — Gyroscope électro-magnétique (p. 51).

CHAPITRE II

Électro-Chimie

Amalgamation des zincs de piles (p. 53). — Arc électrique et céruse (p. 54). — Fabrication électrique du carborundum (p. 54). — Cuivrage électrique (p. 58). — Four électrique et phosphore (p. 61). — Préparation électrolytique du phosphore (p. 62). — Purification électrolytique de la glycérine (p. 64). — Préparation électrolytique du gaz des ballons (p. 64). — Soudure du verre au métal (p. 67). — L'électricité et la teinture (p. 68).

CHAPITRE III

Éclairage

Lumière Tesla (p. 69). — Phares (p. 70). — Nouvelles fontaines lumineuses (p. 71). — Nouvelles lampes (p. 72). — Bougies d'allumage (p. 76). — Eclairage électrique des wagons (p. 80).

CHAPITRE IV

Chauffage

Progrès réalisés (p. 82). — Chauffage électrique par éléments isolés (p. 83). — Chauffage électrique de l'eau (p. 84). — Cui-

sine électrique (p. 85). — Etuve et stérilisateur électriques (p. 88). — Chauffage électrique des tramways (p. 90). — Forge et soudages électriques (p. 92).

CHAPITRE V

Télégraphie et Téléphonie

Les nouveaux câbles sous-marins (p. 96). — Télégraphie multiplex (p. 102). — Télautographe (p. 113). — Système de signaux sous-marins (p. 116). — Nouveau microphone des téléphones allemands (p. 120). — Innovations téléphoniques p. 124). — Signaux divers (p. 127).

CHAPITRE VI

Télégraphie et Téléphonie sans fils

Dernières tentatives (p. 131). — Automobile de guerre pour la télégraphie sans fils (p. 136). — Télégraphie sans fils en mer ou de la terre à la mer (p. 137). — La télégraphie sans fils dans les manœuvres (p. 143). — Téléphonie sans fils (p. 146). — Appareils de relais et de répétition (p. 149). — Résonateur et champ hertzien (p. 152). — Télégraphie sans fils sous-terrestre (p. 157).

CHAPITRE VII

La traction électrique

Les chemins de fer électriques (p. 159). — Omnibus et tramways électriques (p. 170). — Voitures automobiles électriques (p. 174). — Navigation électrique (p. 180). — L'électricité dans les mines (p. 183). — La plus longue transmission d'énergie électrique (p. 184). — Presse électrique à l'emporte-pièce (p. 185). — Grues mobiles électriques (p. 186).

CHAPITRE VIII

L'électricité à la guerre

Nos sous-marins (p. 189). — Les sous-marins étrangers (p. 200). — Trains blindés (p. 204). — La direction des torpilles par la télégraphie sans fil (p. 205). — Ingénieurs électriciens dans l'Afrique du Sud (p. 210).

CHAPITRE IX

Applications diverses

Agitateurs électriques (p. 212). — Balayeuse et ébarbeuse électriques (p. 214). — Horloges électriques (p. 215). — Loch électrique (p. 218). — Groupe électrogène (p. 219). — Four à

incinérer (p. 220). — L'électricité typographique (p. 221). — Parc électrique à moutons (p. 223). — Photographie à la lumière électrique (p. 225). — Porte-plume électrique (p. 226). — Pêche électrique (p. 227). — Robinets électriques (p. 227). — Tissage électrique (p. 228). — L'électricité dans la maison (p. 229).

CHAPITRE X

Accidents et Hygiène électriques

Isolants (p. 231. — Insectes devenus conducteurs électriques (p. 239). — Accidents et dangers des courants (p. 240). — Electrocution (p. 243). — Hygiène et sécurité électriques des usines, des routes et rues (p. 249); leurs dangers (p. 253). — Saturnisme électrique (p. 263).

CHAPITRE XI

Électricités diverses

Ondes hertziennes des orages (p. 265). — Aurores boréales et rayons X (p. 266). — Parafoudre (p. 268). — L'artillerie contre la grêle (p. 268). — La houille blanche ou l'électricité par l'eau de la mer (p. 273). — L'électricité par le soleil (p. 276). — Electricité végétale et électroculture (p. 277). — Conductibilité électrique des eaux minérales (p. 282).

CHAPITRE XII

Électrothérapie

Capacité électrique du corps humain (p. 283). — Conductibilité et excitabilité électrique (p. 284). — Lésions de l'appareil auditif et vertige voltaïque (p. 287). — Mesure du courant induit et faradisation (p. 288). — Contractilité et sensibilité électriques de l'anesthésie générale cocaïnique (p. 289). — Appareils électrothérapiques (p. 294). — Machine statique unipolaire (p. 296). — Physiologie des courants de haute fréquence et spirales nouvelles (p. 297). — Thérapie électrochimique (p. 300). — Dermatoses et courants électriques (p. 304). — Electrolyse des fractures, phlegmons, myosites (p. 306). — Neurasthénie, faradisation, franklinisation (p. 308). — Substitution de la franklinisation ou maratisation à l'induction (p. 310). — Electricité statique et tuberculose (p. 312). — Action curative de l'oxygène et de l'ozone sur les ulcères (p. 313). — Ozone et coqueluche (p. 318). — Aimants et corps étrangers (p. 320).

CHAPITRE XIII

La Radiographie

Nouvelles sources de rayons X (p. 321). — Nouvelles propriétés radio-actives (p. 323). — Transformateur d'induction (p. 324). — Nouveaux dispositifs (p. 325). — Nouveaux iuterrupteurs (p. 325.) — Rayons X et falsifications pharmaceutiques (p. 328). — Position organique des corps étrangers opaques (p. 329). — Rayons X et diagnostics pulmonaires (p. 329). — Examen du cœur (p. 330). — Radioscopie abdominale (p. 338). — Radiographie, fractures et articulations (p. 347). — Accidents des rayons X (p. 348).

CHAPITRE XIV

Photothérapie

Appareils nouveaux (p. 352). — Expériences sur les êtres vivants (p. 356). — Héliothérapie artificielle, partielle ou totale (p. 361). — La lumière colorée (p. 367). — Lumière chimique et radiations métalliques (p. 372). — Les rayons X en thérapeutique (p. 380). — Photo-chimie médicale (p. 386).

CHAPITRE XV

Nécrologie

Gramme (p. 397). — Elisha Gray (p. 398). — Rowland (p. 400).

TABLE DES ANNONCES

Andréine et Jouvencine du Dr Fulmen..... 421
Antigastralgique Winckler..... 412
Balais électriques L. Boudreaux..... 419
Bioscope du Dr Collongues 409
Bourse des brevets Henri Farjas..... 423
Brevets d'invention Casalonga 424
Brosse et lotion capillaire Dequéant..... 427
Chauffage électrique Parvillée..... 422
Coaltar saponiné Le Beuf..... 413
Comprimés Vichy-Etat..... 422
Dragées et savon Ribart, antisepticol 423
Eclairage et force Heller et Coudray 415
Etuve électrique Foveau de Courmelles..... 428
Générateurs unipolaires Ch. Noé 414
Glycérophosphates et goudron Freyssinge..... 406
Interrupteur, haute fréquence, rayons X Gaiffe..... 407
Lécithosine Robin..... 408
Maladies nerveuses et de poitrine, sirop Henry Mure..... 420
Médication cacodylique et opothérapique Vigier..... 429
Neurosine Prunier..... 405
Ozoniseurs médicaux et industriels (« L'Ozon » La Haye). 425
Plaques photo-radiographiques J. Jougla..... 413
Photodoses et plaques radiographiques A. Lumière..... 410
Phosphatine Falières..... 404
Piles et cautères Ch. Chardin..... 426
Quinine Pelletier et Zômol..... 416

Reconstituant général, Dépression du Système nerveux, Neurasthénie.

PHOSPHO-GLYCÉRATE
DE CHAUX PUR

NEUROSINE PRUNIER

NEUROSINE-SIROP — NEUROSINE-GRANULÉE
NEUROSINE-CACHETS

Débilité générale, Anémie, Phosphaturie, Migraines.

DÉPOT GÉNÉRAL :
CHASSAING et Cie, Paris, 6, avenue Victoria

Radiographie et radioscopie Gaston Seguy..... 423
Radioscopie et radiographie Radiguet, Rochefort et Massiot. 421
Radiographie, résonateur bipolaire Rochefort..... 417
Sérothérapie Chevretin et Lematte..... 415
Société française des télégraphes et téléphones sans fils. 406
Tables et bureaux Féret..... 413
Table scolaire Brudenne..... 418
Télégraphie sans fils E. Ducretet..... 424
Transformateur Ropiquet..... 42[illegible]
Tubes et transformateurs Victor Chabaud..... 42[illegible]
Vin de coca Mariani..... 41[illegible]

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DES

TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES SANS FILS

SOCIÉTÉ CIVILE

SIÈGE SOCIAL A PARIS : 21, Place de la Madeleine

CONSEIL DE DIRECTION

Président du Conseil de Direction : **Victor POPP**, Ingénieur-électricien, Concessionnaire des Secteurs électriques de la Ville de Paris ;

Membres : **TRONÇON DU COUDRAY**, Officier de la Légion d'honneur, Inspecteur des finances (honoraire) ;

Le Commandant SANTELLI, Capitaine de frégate, Chevalier de la Légion d'honneur, ancien Commandant de *La Touraine*, Inspecteur de la Compagnie Transatlantique ;

PIGEONNEAU, Jurisconsulte, *Administrateur-Délégué.*

Comité technique et scientifique :

M. **Le docteur BRANLY**, Chevalier de la Légion d'honneur, Professeur à l'Institut Catholique, *président.*

GLYCÉROPHOSPHATE DE CHAUX FREYSSINGE solution dosée à 0 gr. 50 par cuillerée à soupe.

GLYCÉROPHOSPHATE DE CHAUX GRANULÉ FREYSSINGE contenant 0 gr. 20 par cuillerée à café.

NÉVROSTHÉNINE Gouttes concentrées de glycérophosphate de soude, de potasse et de magnésie. — XX gouttes contiennent 40 centigrammes de glycérophosphate composé.

GOUDRON FREYSSINGE Liqueur concentrée pour préparer instantanément l'eau de goudron du Codex.

105, rue de Rennes, PARIS et les principales pharmacies

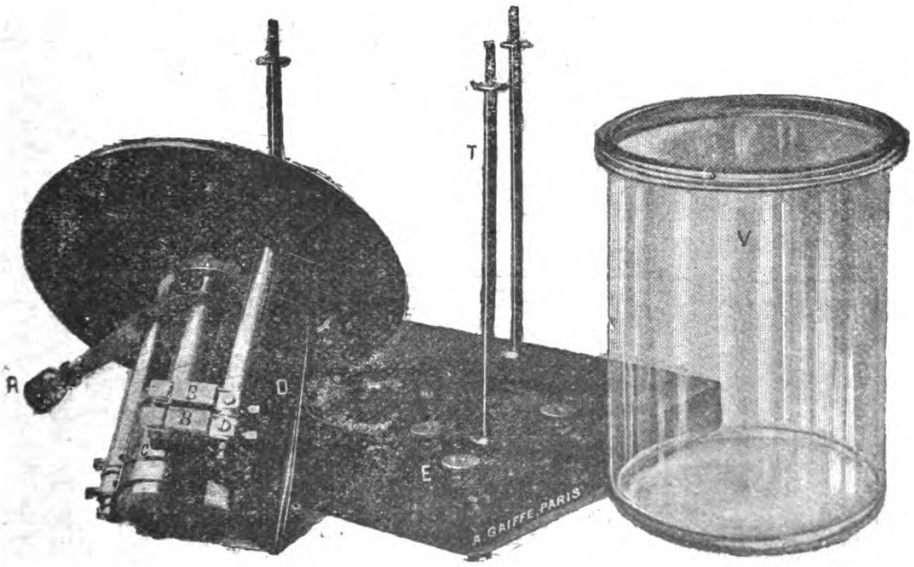
TÉLÉPHONE N° 715-76. — *Adresse télégraphique :* **FREYSSINGE-PARIS**

A. GAIFFE

G. GAIFFE, Successeur

40, Rue Saint-André-des-Arts, PARIS

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE



Interrupteur Contremoulins-Gaiffe

8.000 interruptions par minute

RADIOGRAPHIE - HAUTE FRÉQUENCE

Demander les notices — **Téléphone 151-70**

BIBLIOGRAPHIE (1)

Bulletin de la Société des Gens de science, G. Brunel, mensuel, rue Monsieur-le-Prince, Paris, 2 et 3 fr.

Bulletin de la Société Internationale des Electriciens, mensuel, Gauthier Villars, éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris, 25 et 27 fr.

Bulletin International de l'Electricité et *Journal de l'Electricité* (réunis), paraissant les 10 et 25 du mois, 4 p. in-f°, 20, rue Turgot, Paris, 10 et 12 fr.

La Chronique Industrielle, D. A. Casalonga, tétramensuel; Doumé Casalonga, rédacteur en chef, 15, rue des Halles, Paris, 15 fr.

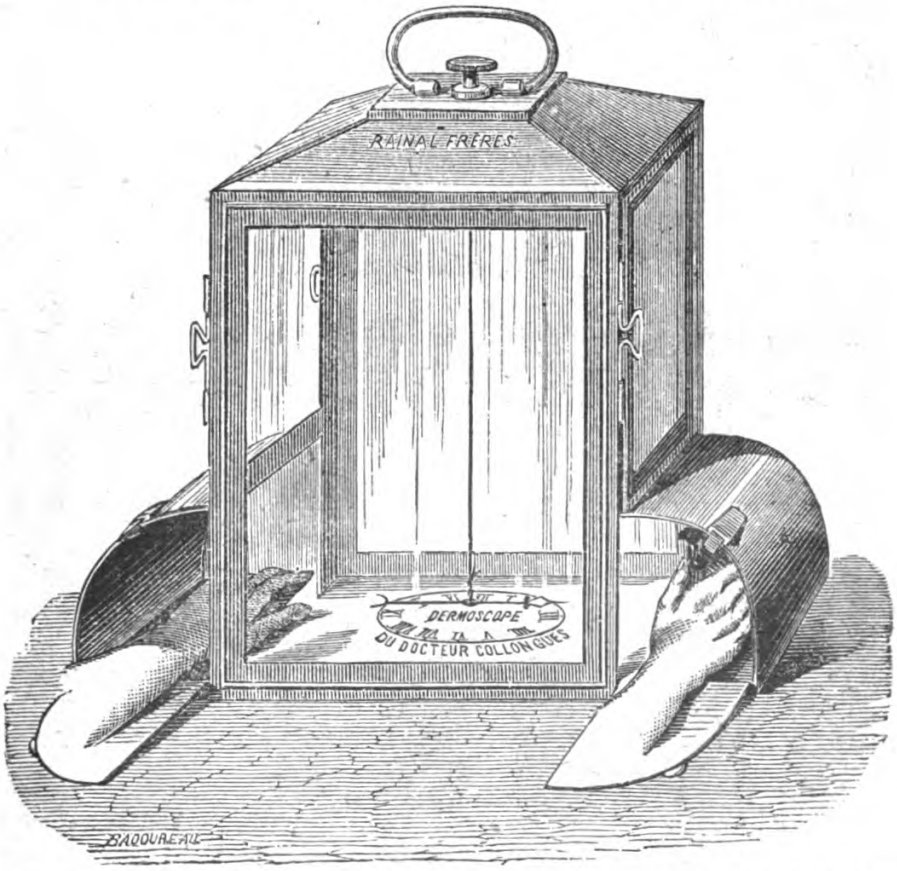
(1) Les prix d'abonnement indiqués sont pour l'année, pour la France et l'Union postale. Ces revues ou journaux, pour n'être pas tous exclusivement consacrés à l'électricité, en contiennent et font l'échange avec l'*Année Électrique ;* c'est à ces divers titres qu'ils figurent ici.

BIBLIOGRAPHIE (*suite*)

Electrical World and Engineer (The consolidation of " The electrical World " and " Electrical Engineer "), J.M. Waheman, 60 et 100 p. in-4°, mensuel, 120, Liberty Street, New-York, $ 3,00 et 6,00.

L'Electro-chimie, l'Aluminium et ses alliages, Adolphe Minet, mensuel, 37, rue de Berne, Paris, 12 et 14 fr.

Bioscope du Dr COLLONGUES



DÉTERMINATION MATHÉMATIQUE DE LA SANTÉ PAR L'ÉTAT HYGROMÉTRIQUE DU CORPS

BIBLIOGRAPHIE (*suite*)

L'Evolution Médicale, Dr H. Grasset, bi-mensuel, 29, rue de Seine, Paris, Dr Labonne, éditeur, 3 fr.

Les Inventions illustrées, Henri Farjas, directeur; Rollin, secrétaire; hebdomadaire, 16 p. in-4° ill., 36, rue de l'Arcade, Paris; Geffroy, éditeur, 222, boulevard St-Germain, Paris, 6 et 8 fr.

Journal de l'Electrolyse, Aluminium, Acétylène, Revue des Produits et sous-Produits des fours électriques, Francis Laur et Robert Pitaval, bi-mensuel, 26, rue Brunel, Paris, 24 et 30 fr.

Journal du Gaz et de l'Electricité, P. Tiercelin, bi-mensuel, 20 p. in-4°, 174, rue Lafayette, Paris, 12 et 15 fr.

SOCIÉTÉ ANONYME
DES
PLAQUES ET PAPIERS PHOTOGRAPHIQUES
A. LUMIÈRE & SES FILS
Capital : 3.000.000
Usines à Vapeur : Rue St-Victor, Cours Gambetta, Rue St-Maurice et Rue des Tournelles
LYON-MONPLAISIR

PLAQUES SÈCHES AU GÉLATINO-BROMURE D'ARGENT
Spéciales pour la RADIOGRAPHIE

PAPIERS AU CITRATE D'ARGENT
PAPIER BRILLANT ET PAPIER MAT
PAPIERS PAR DÉVELOPPEMENT
au Gélatino-Bromure d'argent
PHOTODOSES LUMIÈRE
Produits purs comprimés pour les divers usages photographiques

CINÉMATOGRAPHE
de MM. Auguste et Louis LUMIÈRE

LE VIN MARIANI

est le meilleur des toniques

BIBLIOGRAPHIE (*suite*)

Journal du Magnétisme, H. Durville, mensuel, 32 p. in-8° (magnétisme minérai et humain, et électricité), 23, rue St-Merri, Paris, 10 fr.

The Journal of Physical therapeutics, and international Quaterly Review. W. S. Hedley, chez Joh Bale, Sons et Danielsson, 83-89, Great Titchfield Street, W, Londres, 5/-.

La Lumière, Mme Lucie Grange, mensuel, 16 p. in-4° (données ésotériques et phénomènes lumineux divers), 96, rue La Fontaine, Paris, 7 fr.

Le Mois scientifique et industriel, mensuel, 33, boulevard des Batignolles, Paris, 14 et 20 fr.

ÉLIXIR CALMANT ET DIGESTIF
ANTIGASTRALGIQUE WINCKLER
COCAINE, NARCEINE, PEPSINE
Véhicule faiblement alcoolisé, dosé pour adultes
GASTRALGIES, GASTRITES, DYSPEPSIES
Vomissements des TUBERCULEUX *et de* la GROSSESSE, *Douleurs d'estomac résultant d'affections cancéreuses, une ou deux cuillerées généralement avant les repas ou au début des crises.* (Envoi franco d'échantillons à MM. les Médecins.)

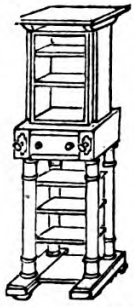
PILULES ANTIGASTRALGIQUES WINCKLER
Même composition que l'Elixir
Créées pour les adultes qui ne peuvent supporter les préparations, même légèrement alcoolisées, pour ceux qui voyagent ou pour ceux que leurs occupations obligent à manger dehors.
WINCKLER, à MONTREUIL (près Paris)
ET TOUTES PHARMACIES

TABLES ET BUREAUX FÉRET

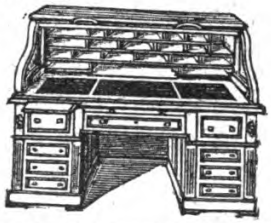
à élévation facultative et automatique

L'usage de la **TABLE FÉRET** procure aux enfants une tenue correcte et droite et évite la lassitude et la monotonie.

CHAISE orthopédique à dossier mobile convexe.



BIBLIOTHÈQUE de l'écolier



BUREAU GENRE AMÉRICAIN

L'élévation facultative permet de le fixer à sa taille et d'en varier la hauteur suivant ses besions.

A. FÉRET, rue Etienne-Marcel, 16, PARIS — *Album envoyé franco*

Coaltar Saponiné LE BEUF

DÉSINFECTANT, CICATRISANT, ADMIS DANS LES HOPITAUX DE LA VILLE DE PARIS

Très efficace dans les cas de PLAIES, CANCERS, LEUCORRHÉES, SUITES DE COUCHES, etc., et dans les **Maladies des Enfants** (ANGINES COUENNEUSES, STOMATITES, DARTRES, etc.). Ses qualités *assainissantes et économiques* le rendent d'autant plus incomparable dans l'**HYGIÈNE DE LA TOILETTE** qu'il n'est ni irritant ni vénéneux (*lavage des nourrissons, soins de la chevelure, de la bouche*, etc.).

Dépôts dans les principales pharmacies

Se défier des imitations, bien spécifier : COALTAR SAPONINÉ LE BEUF

PLAQUES, PELLICULES ET PAPIERS PHOTOGRAPHIQUES

J. JOUGLA

Plaques spéciales pour la RADIOGRAPHIE

MÉDAILLE D'OR, PARIS — EXPOSITION DE 1900

PARIS, 45, Rue de Rivoli

Ci-devant 8, Avenue Victoria

NOUVELLES USINES A JOINVILLE (SEINE)

BIBLIOGRAPHIE (*suite*)

Photo-Revue, Journal des amateurs et des photographes, Charles Mendel, René d'Héliécourt, 118 bis, rue d'Assas, Paris, 6 et 8 fr.

Revue Internationale d'Electrothérapie, Dr Georges Gautier, mensuel, 3, place du Théâtre-Français, Paris.

Revue Internationale de Thérapie physique, Dr Ch. Colombo, bi-mensuel, via Plinio, Rome, 10 et 12 fr.

Revue Pratique de l'Electricité, Science et Commerce, Electricité, Eclairage, Téléphonie, bi-mensuel, 9, faubourg Poissonnière, Paris, 12, 15 et 18 fr.

La Vie scientifique, Max de Nansouty, directeur; Gaston Jougla, secrétaire; Juven, éditeur, 20 p. in-4° ill., 122, rue Réaumur, Paris.

Le Volta, annuaire de renseignements électriques, Camille Grollet et Puel de Lobel, Société fermière des Annuaires, 53, rue Lafayette, Paris, 15 fr.

GÉNÉRATEURS UNI POLAIRES

CH. NOÉ

CONSTRUCTEUR D'INSTRUMENTS DE PRÉCISION
FOURNISSEUR DES MINISTÈRES, DES FACULTÉS

MACHINES STATIQUES POUR LA HAUTE FRÉQUENCE,
LES RAYONS X, LA TÉLÉGRAPHIE SANS FILS

INSTRUMENTS ET APPAREILS DE PHYSIQUE

RADIATEURS

8, Rue Berthollet, PARIS, Ve

HELLER, COUDRAY & Cie

CONSTRUCTIONS POUR L'ÉCLAIRAGE
Et la Transmission de l'Energie Electrique
PARIS — 18, Cité Trévise, 18 — PARIS

Seuls Concessionnaires et Dépositaires pour la France de:

HARTMANN & BRAUN
Instruments de Mesures, etc.
Exposition Universelle de 1900
HORS CONCOURS, MEMBRE DU JURY

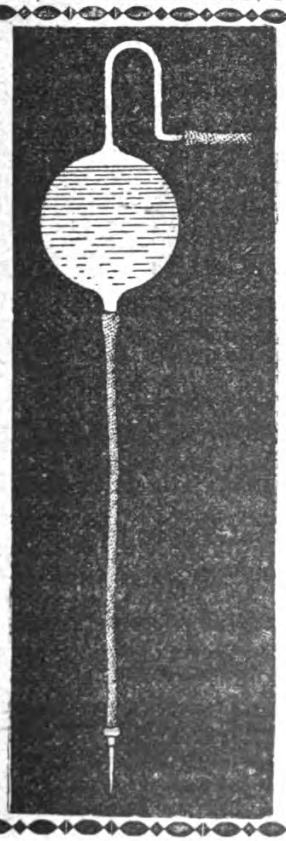
Société par Actions
VOIGT & HAEFFNER
Appareils Électriques
pour basse et haute tension, etc.
Exposition Universelle de 1900
2 MÉDAILLES D'OR

SIEMENS FRÈRES & Cie
Charbons Électriques
Exposition Universelle de 1900
GRAND PRIX

Société par Actions
SIEMENS & HALSKE
pour les Lampes à Incandescence
ET LES COMPTEURS D'EAU
Exposition Universelle de 1900
13 GRANDS PRIX

Dynamos et Moteurs, Lampes à Incandescence, Lampes à Arc, Accumulateurs, Téléphones et Sonneries, Fils, Câbles et Lustrerie, Appareils de Chauffage.

Pour ce qui concerne les *Appareils Médicaux, Accumulateurs petits Moteurs, etc.*, prière de s'adresser à la **Société pour la fabrication d'Appareils Electriques, Heller, Coudray et Cie, 18, rue de Trévise, Paris.**



SÉROTHÉRAPIE
Injections directes et sans seringues
AVEC LES
AMPOULES SÉROTHÉRAPIQUES
de CHEVRETIN & LEMATTE

AMPOULES SÉROTHÉRAPIQUES
contenant 50, 100, 200, 300, 500, 1000 c. cubes

SÉRUM PHYSIOLOGIQUE
Hémorrhagies, Maladies infectieuses
Anorexie grave
Sidération post-traumatique
ou post-opératoire

SÉRUMS ADDITIONNÉS
Bicarbonate de Soude : *Coma diabétique.*
Benzoate de Caféïne : *Asystolie.*
Chlorure de Calcium : *Affections cardiaques.*
Gélatine : *Hémorrhagies, Anévrismes.*
Glycérophosphate de Soude : *Atonie nerveuse.*
Cacodylate de Soude : *Nutrition ralentie.*

AMPOULES SÉROTHÉRAPIQUES
BREVETÉES S. G. D. G.
de CHEVRETIN & LEMATTE
Pharmaciens de 1re Classe - Fournisseurs des Hôpitaux de Paris
24, RUE DE CAUMARTIN, PARIS - (TÉLÉPHONE 245-56)

CAPSULES
de Quinine de Pelletier

Ces Capsules, inaltérables, de la grosseur d'un pois, ne durcissent pas comme les pilules et s'avalent plus facilement que les cachets. Elles sont souveraines pour combattre les *rhumes*, *la grippe*, *l'influenza* et en général les accès fébriles qui se manifestent au début de toutes les maladies. Les *migraines*, *les névralgies*, *les fièvres intermittentes et paludéennes*, *la lassitude*, *le manque d'énergie*, *le rhumatisme*, *la goutte*, *les maux de reins*, sont tributaires de cet héroïque médicament.

UNE CAPSULE est plus active qu'un grand verre de quinquina.

Exiger le nom PELLETIER sur chaque Capsule.

Dépôt dans toutes les Pharmacies.

LE ZÔMOL PRÉPARÉ A FROID, renferme les précieux éléments reconstituants de la viande crue. Prescrit dans la *TUBERCULOSE*, la *NEURASTHENIE*, la *CHLOROSE*, l'*ANÉMIE*, la *CONVALESCENCE*, etc.

Trois cuillerées à café de Zômol représentent

LE SUC DE 200 GRAMMES DE VIANDE CRUE.

Pharmacies VIAL, 1, rue Bourdaloue ; — BERAL, 14, rue de la Paix, etc.

O. ROCHEFORT

Ingénieur-Constructeur

Fournisseur des Ministères de la Guerre, de la Marine et des Colonies

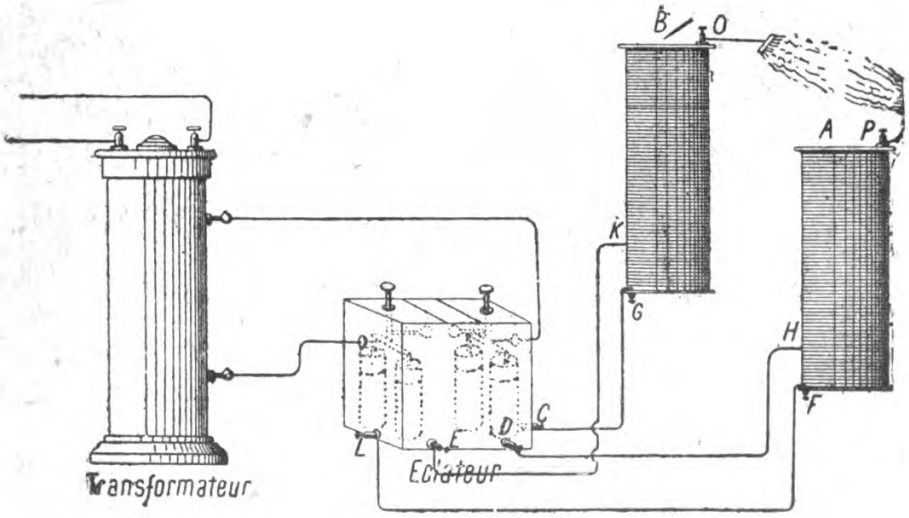
PARIS — Rue Capron, 4 — PARIS

TÉLÉPHONE 523.62

RADIOGRAPHIE — RADIOSCOPIE — HAUTE FRÉQUENCE

Installation complète

Transformateur remplaçant la bobine Ruhmkorff, dépense beaucoup moindre, résultats meilleurs. — Transformateur symétrique, dissymétrique ou unipolaire.



RÉSONATEUR OUDIN BIPOLAIRE, Brev. France et Etranger

Postes complets — **TÉLÉGRAPHIE SANS FIL** — Organes séparés

INTERRUPTEURS : OSCILLANT - ROTATIF - COMMUTATEUR

Catalogue, Devis et Renseignements sur demande

BIBLIOGRAPHIE (*suite*)

LIVRES

L'Electricité à la portée de tout le monde, par Georges Claude, 10e éd. 1902, 360 p. gr. in-8° ill., 6 fr., Ve Ch. Dunod, 49, Grands-Augustins, Paris. — Livre de vulgarisation extrêmement clair et documenté.

System of Physiologic Therapeutics-Cohen. Electrothérapie et Electrophysiologie, par Jacoby, 2 vol. 350 p. ill., chez P. Blakiston's son et Co, 1012, Walnut Street, Philadelphie. Série d'ouvrages sur la Thérapeutique physique se continuant par la *Climatology*. Livres intéressant surtout les médecins.

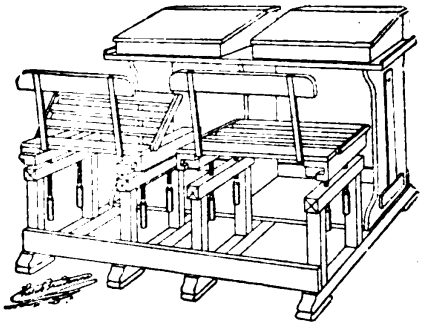


TABLE SCOLAIRE HYGIÉNIQUE

Bancs à élévation variable et à déplacement facultatif

Médaille d'Argent, Exposition Universelle 1900
Grand Prix, Londres 1901. Membre du Jury

Victor BRUDENNE
Chef d'Institution à NESLE (Somme)
INVENTEUR

RADIATEURS FOVEAU

Traitement de Finsen
extrêmement simplifié et peu coûteux

Modèle Trouvé, 14, rue Vivienne, Paris
Modèle Noé, 8, rue Berthollet, Paris

Seuls approuvés par l'auteur

MANUFACTURE
DE
BALAIS
ÉLECTRIQUES
de tous systèmes

L. BOUDREAUX

8, rue Hautefeuille, PARIS, VIe

SPÉCIALITÉ DE BALAIS FEUILLETÉS
en " **PAPIER MÉTALLIQUE** " *(déposé)*
en métal spécial laminé à **deux** ou **trois centièmes**
de millimètre d'épaisseur
BREVETÉS EN TOUS PAYS

BALAIS en CHARBON - BALAIS en FILS - BALAIS en TOILE MÉTALLIQUE
En vente chez les Electriciens du monde entier

Exposition de Chicago 1893, *Hors concours.* — Expositions de San-Francisco, d'Anvers, de Lyon, de Bordeaux, de Bruxelles, de Rouen, de Turin, *Médailles de Bronze, d'Argent, d'Or et Diplôme d'Honneur.* — Exposition internationale du Livre (Section Electricité, Mécanique), *Hors concours, Membre du Jury.* — Exposition du Progrès, Paris 1895, *Membre du Comité de patronage.* — Exposition universelle Paris 1900, *Une Médaille d'Or, Deux Médailles d'Argent, Trois Médailles de Bronze.*

Adresse télégraphique : LYBOUDREAUX-PARIS

Marque déposée :

BREVETÉ S.G.D.G.
LB+45+DR+215+X
FRANCE ET ETRANGER

L'exiger sur chaque balai.

MAISON MURE, à Pont-St-Esprit (Gard) A. GAZAGNE, Gendre et Sucr, Phen de 1re classe.

MALADIES NERVEUSES

Epilepsie, Hystérie, Danse de Saint-Guy, Affections de la Moëlle épinière, Convulsions, Crises, Vertiges, Eblouissements, Fatigue cérébrale, Migraine, Insomnie, Spermatorrhée

Guérison fréquente, Soulagement toujours certain par le SIROP de HENRY MURE
Succès consacré par 20 années d'expérimentation dans les Hôpitaux de Paris.
FLACON : 5 FR. — NOTICE GRATIS.

PATE et SIROP d'ESCARGOTS de MURE

« Depuis 50 ans que j'exerce la médecine, je n'ai pas trouvé de remède plus efficace que les escargots contre les irritations de poitrine. »
« Dr CHRESTIEN, de Montpellier. »
Goût exquis, efficacité puissante contre *Rhumes, Catarrhes aigus* ou *chroniques, Toux spasmodique, Irritations* de la *gorge* et de la *poitrine.*
Pâte 1f; Sirop 2f. — *Exiger la* PATE MURE. *Refuser les imitations.*

Thé Diurétique de France

sollicite efficacement la secrétion urinaire, apaise les **Douleurs** des **Reins** et de la **Vessie**, entraîne le sable, le mucus et les concrétions, et rend aux urines leur limpidité normale. — *Néphrites, Gravelle, Catarrhe vésical. Affections* de la *Prostate* et de l'*Urèthre,*
PRIX DE LA BOITE : 2 FRANCS.

MALADIES DE POITRINE
Traitées avec un *Succès remarquable* et souvent surprenant par l'usage de la SOLUTION HENRY MURE
Phosphatée, arséniée et *créosotée.* — LITRE : 5 fr. DEMI-LITRE : 3 fr.
MEME SOLUTION *arséniée seulement* : LITRE, 4 fr.; DEMI-LITRE, 2 fr. 50.
Réveille l'Appétit et abrège les Convalescences.
SOLUTION HENRY MURE au bi-phosphate cristallisé : LE LITRE : 3 fr.
NOTICE ENVOYÉE GRATIS ET FRANCO SUR DEMANDE.

BRONCHITE CHRONIQUE
RACHITISME, SCROFULE
MALADIES des OS
ÉPUISEMENT NERVEUX
ANÉMIE

Dépôt général de l'ALCOOLATURE D'ARNICA
de la TRAPPE DE NOTRE-DAME DES NEIGES
Remède souverain contre toutes blessures, coupures, contusions, défaillances, accidents cholériformes.
DANS TOUTES PHARMACIES. — 2 FR. LE FLACON.

RADIGUET & MASSIOT

Officier de l'Instruction publique. Officier d'Académie.

CONSTRUCTEURS D'INSTRUMENTS POUR LES SCIENCES

LIVRAISON IMMÉDIATE DU MATÉRIEL COMPLET
POUR
Radioscopie
et Radiographie
appliquées à la Médecine, à la Chirurgie et à l'Industrie

APPAREILS POUR LA HAUTE FRÉQUENCE
Résonnateur Oudin (Spirales Guilleminot)

BOBINES D'INDUCTION TRANSFORMATRICES
Combinaison RADIGUET, garanties increvables
Spécialement construites pour la Radioscopie, la Radiographie et la Télégraphie sans fil, et permettant toutes les opérations promises avec les **MACHINES STATIQUES, MISE A LA TERRE :** *uni-polaire, bi-polaire, symétrique, disymétrique.*
INOCUITÉ DU TUBE

INTERRUPTEUR RADIGUET cuivre sur cuivre
permettant l'éclairage de l'écran sans vibrations
et fonctionnant sur courants alternatifs

Concessionnaires exclusifs des
APPAREILS D'ENDODIASCOPIE
du Dr BOUCHACOURT

APPAREILS DE PHOTOTHÉRAPIE
Bibliothèque des Rayons X et de la Haute Fréquence
LARYNGOSCOPE LOMBARD MOLTENI

La Maison **MOLTENI** est réunie à la
Maison **RADIGUET & MASSIOT**
LES ATELIERS DE CONSTRUCTION SONT RESTÉS
44, Rue du Château-d'Eau
PARIS

ANDRÉINE & JOUVENCINE

SANTÉ — BEAUTÉ — HYGIÈNE

La boîte d'essai, 3 produits : **10** *francs*

Dr FULMEN°, 20, Rue St-Lazare, PARIS (9e)

SOCIÉTÉ ANONYME DES
ANCIENS ÉTABLISSEMENTS

PARVILLÉE FRÈRES & Cie

29, Rue Gauthey, PARIS

CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

CHAUFFE-PIEDS ÉLECTRIQUE N° 182

EN VOYAGE OU A LA CAMPAGNE

Faire soi-même instantanément son

EAU ALCALINE GAZEUSE

Avec quelques

COMPRIMÉS
VICHY-ÉTAT

2 francs le flacon de 100 comprimés

RADIOGRAPHIE, RADIOSCOPIE
CONSTRUCTION DE
TUBES ET APPAREILS ÉLECTRIQUES POUR LES SCIENCES

Gaston SEGUY, Ingr-Conseil
40, Rue Denfert-Rochereau, PARIS

Appareils garantis, **contrôlés** et **vérifiés**
MAISON DE CONFIANCE FONDÉE EN 1860

BOURSE DES BREVETS
Prise de tous brevets en France et à l'Étranger
36, Rue de l'Arcade, PARIS — Téléphone 124-03

ANNUAIRE FARJAS
POUR LES INVENTEURS
Edition 1901. — Prix : 1 franc
36, Rue de l'Arcade, PARIS

MAISON ALVERGNAT FRÈRES
VICTOR CHABAUD, Successeur
PARIS, 53, rue Monsieur-le-Prince, 53, PARIS

FABRIQUE FRANÇAISE de TUBES PRODUCTEURS de RAYONS X
TUBES COLLARDEAU (déposés) - **TUBES COLLARDEAU-CHABAUD** (déposés)
TUBES VILLARD (déposés) - **TUBES BUGUET-CHABAUD A ANTICATHODE REFROIDIE**
Osmo-régulateur VILLARD (breveté)
Interrupteurs à mercure de M. Villard (*brevetés*)
Pour courants continus et **courants alternatifs**
Envoi sur demande du catologue spécial

ELIXIR MALTO-PEPSIQUE
Le spécifique des affections de l'estomac

ANTISEPTICOL
Le plus puissant des antiseptiques désinfectants, à bases d'acides carbolique, salicylique

DRAGÉES ET SAVON RIBART
Guérison radicale de l'obésité
Préparés par A. PERNETTE
Pharmacien-chimiste de l'Ecole supérieure de Paris
Membre de la Société Française d'hygiène

BREVETS D'INVENTION — FRANCE — ÉTRANGER
Marques - Modèles - Dessins - Procès en contrefaçon

CASALONGA, INGÉNIEUR-CONSEIL, 15, Rue des Halles
Propriétaire-Directeur du Journal
LA CHRONIQUE INDUSTRIELLE, 25 fr. par an
et du PRATICIEN INDUSTRIEL
Journal par demandes et réponses, FRANCE **6** *fr.*, ÉTRANGER **7** *fr.*

E. DUCRETET

CONSTRUCTEUR-ÉLECTRICIEN

75, Rue Claude-Bernard, à PARIS

GRANDS PRIX AUX EXPOSITIONS UNIVERSELLES
PARIS 1889 — ANVERS 1894 — BRUXELLES 1897 — PARIS 1900

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Appareils *POPOFF-DUCRETET*, adoptés pour les grandes distances. — *RADIOTÉLÉPHONE*. — Appareils de démonstration pour les Cours et les Conférences. — *Notice sur la T. S. F.*, prix **2** fr. — *Guide pratique de T. S. F.*, prix **5** fr.

TÉLÉPHONE HAUT-PARLEUR

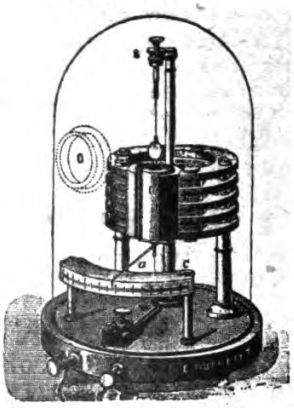
Système R. GAILLARD, remplaçant les porte-voix et les transmetteurs d'ordres

RAYONS X
du Dr Pr RŒNTGEN
Matériels complets, puissants et perfectionnés - *Notice avec technique*, 1 50

MACHINES DE WIMSHURST
et accessoires

WATTMÈTRE industriel universel de MM. BLONDEL et LABOUR.

Galvanomètres enregistreurs



HAUTE FRÉQUENCE
Appareils de TESLA
Résonateur OUDIN
modèle puissant de
E. DUCRETET
Notice, 1 fr. 50

Conjoncteur - Disjoncteur
automatique de M. CH. FÉRY pour la charge des accumulateurs.

APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES

PYROMÈTRES INDUSTRIELS

CABINETS DE PHYSIQUE COMPLETS — CATALOGUES ET NOTICES

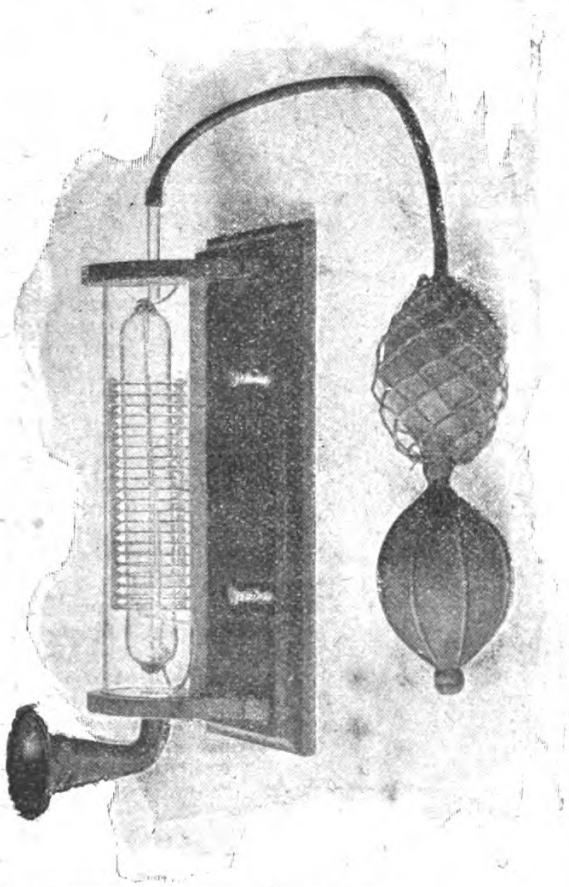
INDUSTRIËELE MAATSCHAPPIJ „OZON"

gevestigd te 's-GRAVENHAGE

Kantoor : WAGENSTRAAT 122a
TELEPHOON 256

Telegramadres : OZON, Haag
A B C Code in gebruik

La Société Industrielle de l'Ozone à la Haye (Hollande), propriétaire de tous les brevets E. Andréoli, en France, Belgique, Russie, Hongrie, Autriche, Allemagne, Italie, Norvège, Suède, Espagne, Cuba et Suisse, pour la production de l'Ozone, exploite avec beaucoup de succès des appareils ozoniseurs industriels et médicaux avec un rendement beaucoup plus haut qu'aucun autre système.



L'avantage du système E. Andréoli n'est pas seulement que l'on n'a pas besoin d'un ingénieur ou monteur, versé dans l'électro-technique, puisque une simple indication suffit, pour que tout le monde s'en puisse servir, mais on peut les employer avec de simples alternateurs et des transformateurs pour un voltage de 3 à 5.000 volts, tandis que les appareils ozoniseurs n'usent qu'une minime quantité d'énergie électrique (watts), à cause de leur grande surface d'opération.

Dans leur installation d'épreuve avec une force motrice de 7,5 kilowatts, la Société Industrielle de l'Ozone a expérimenté depuis quelques années, avec un soin minutieux, de sorte, que maintes applications commerciales ont été fixées, par exemple la stérilisation de l'eau impure et colorée, du café, des huiles, de la cire, etc.

Pour toutes applications industrielles et commerciales, s'adresser pour la France :

à M. N. ECK, Ingénieur civil
27, Boulevard Pereire, PARIS

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

1879

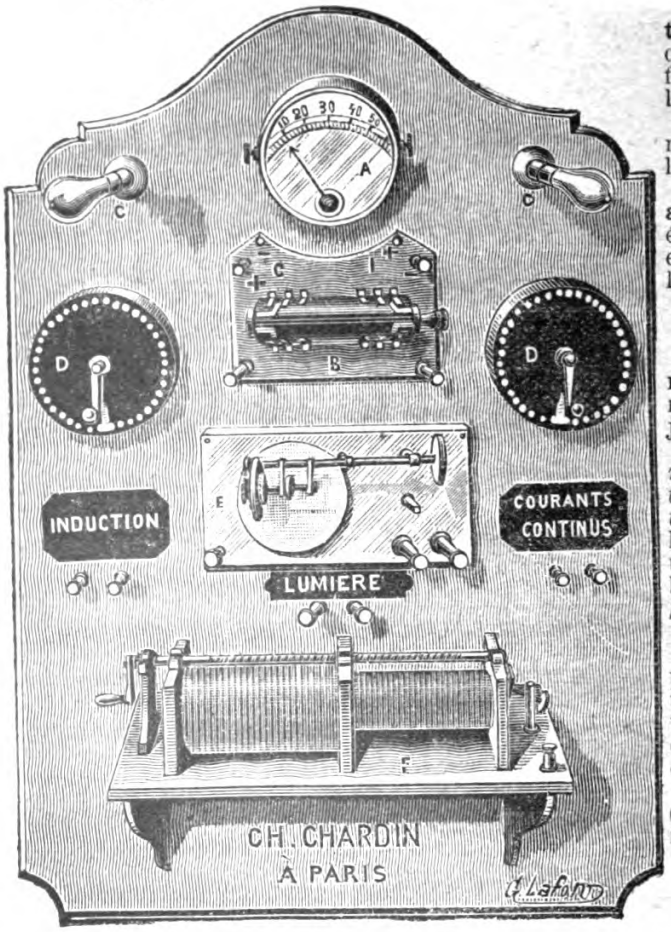
CH. CHARDIN

OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

5, Rue de Châteaudun, PARIS

1006

Nouvelle pile au bi-sulfate de mercure de dimension très réduite quoique de même capacité que les anciens : 24 éléments, **180** fr.; 40 éléments, **240** fr. C'est le plus petit appareil qui ait jamais été réalisé (déposé).



Nouveaux Cautères à tige unique : Aseptie parfaite. **Cautère** à longue pointe pour dentiste : sans masse et sans chaleur rayonnante.

Nouveau guide-anse à contact électrique assuré et prenant toutes les formes.

Nouveaux Rhéostats réduisant le courant des facteurs jusqu'au dix-millième d'ampère, *remplaçant avantageusement les tableaux* jusqu'alors usités, offrant une sécurité absolue, *affectant la forme d'un portefeuille* facile à mettre dans la poche et permettant ainsi chez tout sujet possédant le courant, d'en faire l'application médicale. (Lumière et courant continu.)

Prix : **40** à **60** francs.

M. Louis DEQUÉANT

PHARMACIEN-BACTÉRIOLOGISTE

Auteur de la découverte du **Sebumbacille**, microbe de la calvitie vulgaire; dépose, sur ce sujet, en mars 1897, un premier Mémoire à l'Académie de Médecine de Paris. En mai 1898, deuxième Mémoire sur les propriétés curatives d'un antiseptique qui porte son nom, capable de détruire ce microbe et de combattre la **Calvitie** et toutes les **Alopécies.**

En octobre 1898, il publie dans l'**Avant-Garde pédagogique** et dans diverses **Revues**, une série d'articles sur la relation intime entre le Sebumbacille et les microbes de la **Teigne** et de la **Pelade**. Le premier et le seul, il indique une méthode sûre pour bannir de l'école et de la caserne ces affections terribles.

Entre temps, dans sa Grande Pharmacie du Château-Rouge, à Montmartre, *38, Rue Clignancourt*, il guérit en moins de deux ans plus de dix mille personnes atteintes de calvitie, de teigne, de pelade, d'eczéma pilaire, etc., parmi lesquelles, gratuitement, quantité d'indigents affligés d'affections réputées incurables jusqu'alors.

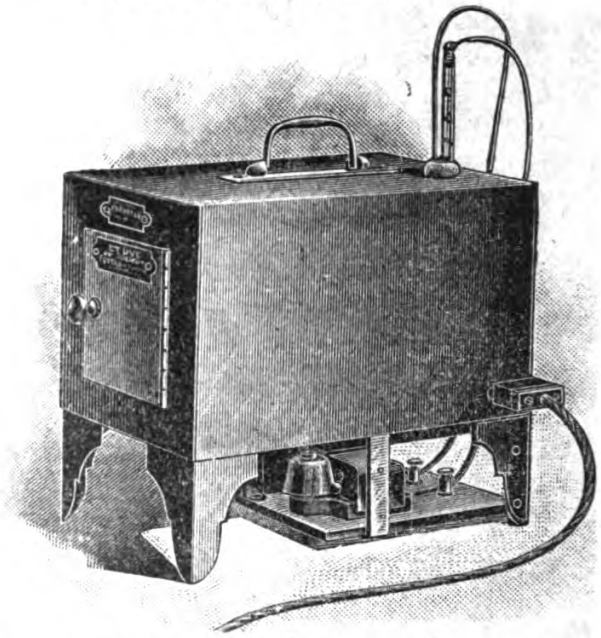
En présence des résultats obtenus par leur clientèle et pour déjouer les manœuvres des docteurs sans diplôme et des professeurs sans titre; de pharmaciens dont la pharmacie porte le nom d'un hôpital en face duquel ils habitent et qui ne craignent pas, pour cette raison accidentelle et pour en tirer profit, d'usurper et de compromettre la renommée de cet Hôpital, inventant à plaisir un pseudonyme de médecin qui signifie « *chevelure* » en grec; de tous ceux qui s'intitulent sans raison Directeurs d'Instituts ou de Laboratoires, plus de trois cents pharmaciens, tant en France qu'à l'étranger, ont voulu devenir les auxiliaires de L. Déquéant et les dépositaires de sa merveilleuse Lotion. A l'exemple de l'auteur, ils envoient ou remettent à titre gracieux, à toutes les personnes qui en font la demande verbale ou écrite, un **Extrait des Mémoires de L. Dequéant.**

De l'avis de tous les dermatologistes, cet extrait, *édité dans toutes les langues*, constitue le meilleur **Traité d'Hygiène de la Chevelure.**

M. DEQUÉANT se fait, en outre, un devoir de procéder gratuitement, dans les cas douteux, à l'analyse microbiologique des cheveux qui lui sont adressés.

ÉTUVE ÉLECTRIQUE

Du Dr Foveau de Courmelles



Chez PARVILLÉE FRÈRES & Cie

29, Rue Gauthey, PARIS

Transformateurs à grand rendement

ÉTINCELLE DE QUANTITÉ

Cl. ROPIQUET, Constructeur, Breveté

à CORBIE (Somme)

Le Propriétaire-Gérant de l'*Année Électrique* : Dr FOVEAU DE COURMELLES.

Troyes. — Imprimerie Martelet

Annuaire Civil et Militaire

de la Médecine et de la Pharmacie françaises

ÉDITION 1902

8e année

Cet Annuaire qui contient les noms et adresses des Docteurs, Pharmaciens, Sages-femmes, Dentistes de Paris, France et Colonies, est établi d'après les listes fournies par la Préfecture de chaque Département et avec des documents officiels.

Un volume grand in-8° relié

(800 pages environ)

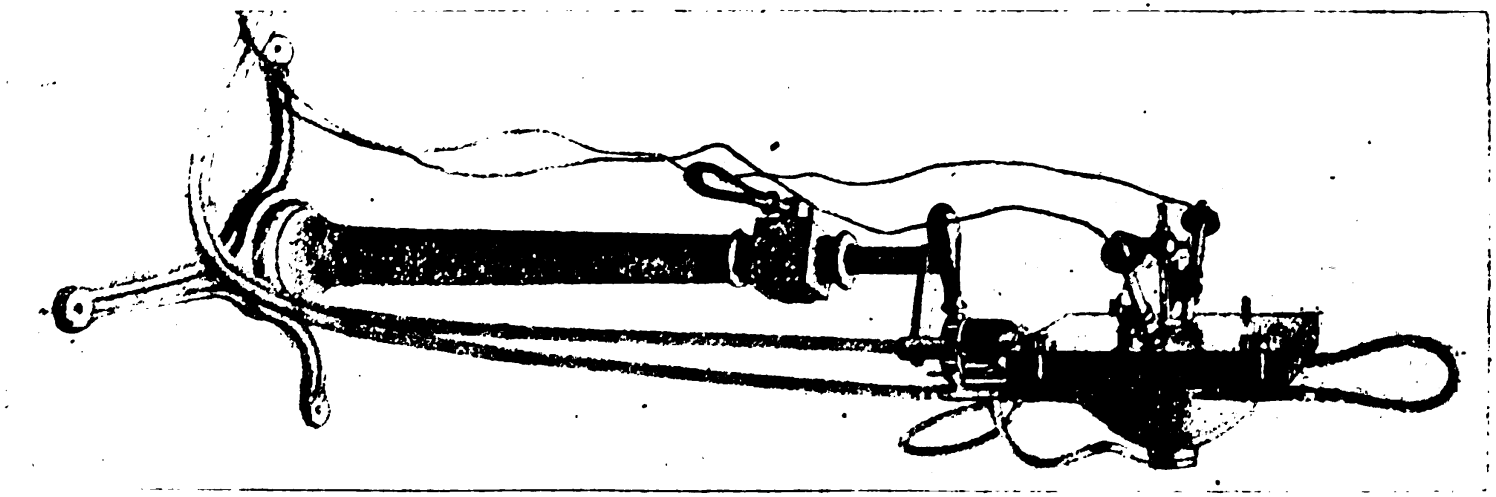
PRIX : 4 FRANCS

Maison de vente : 51, Rue de Provence, PARIS

RADIATEUR CHIMIQUE

Du Docteur FOVEAU DE COURMELLES

Modèle Ch. NOÉ, déposé

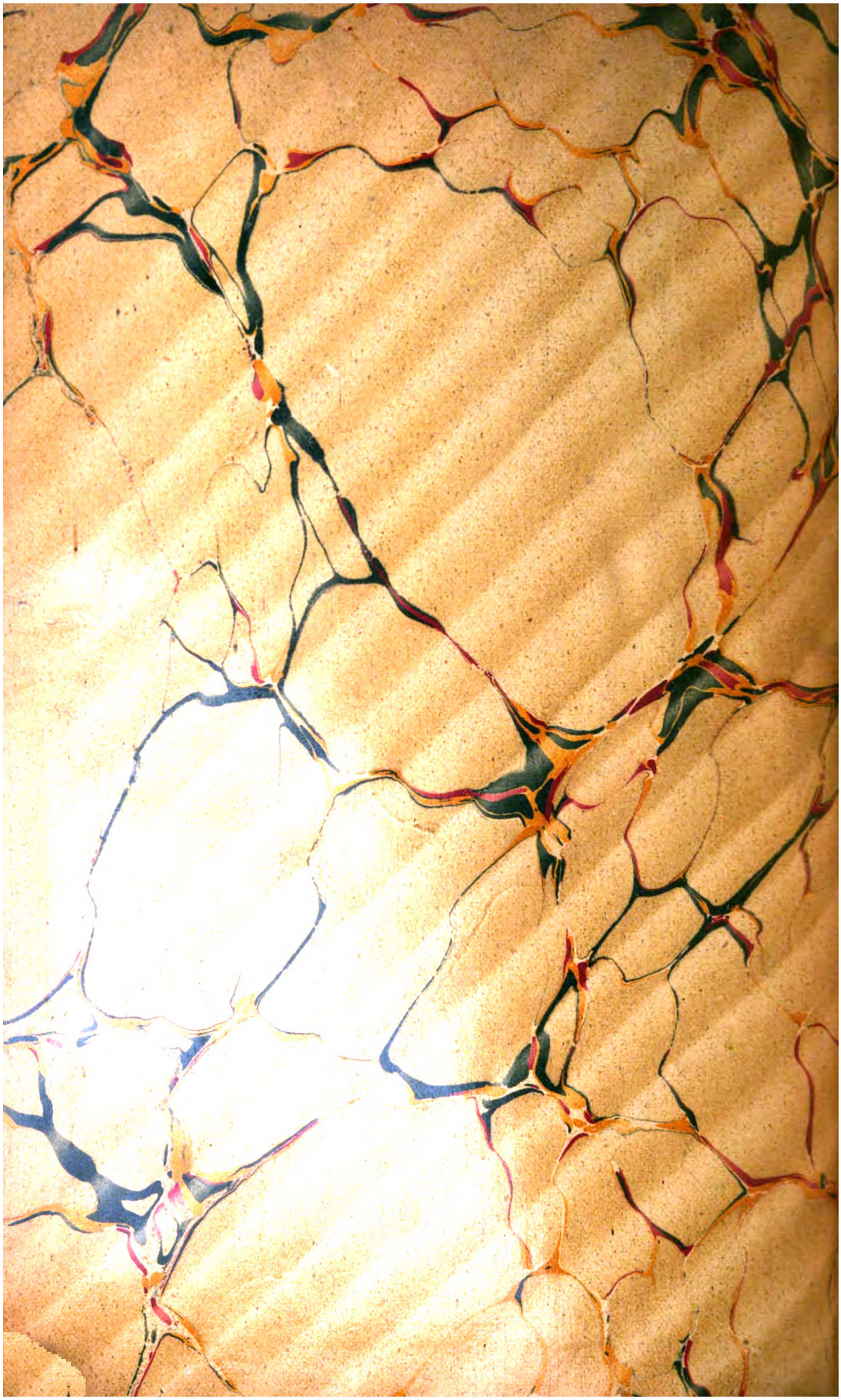
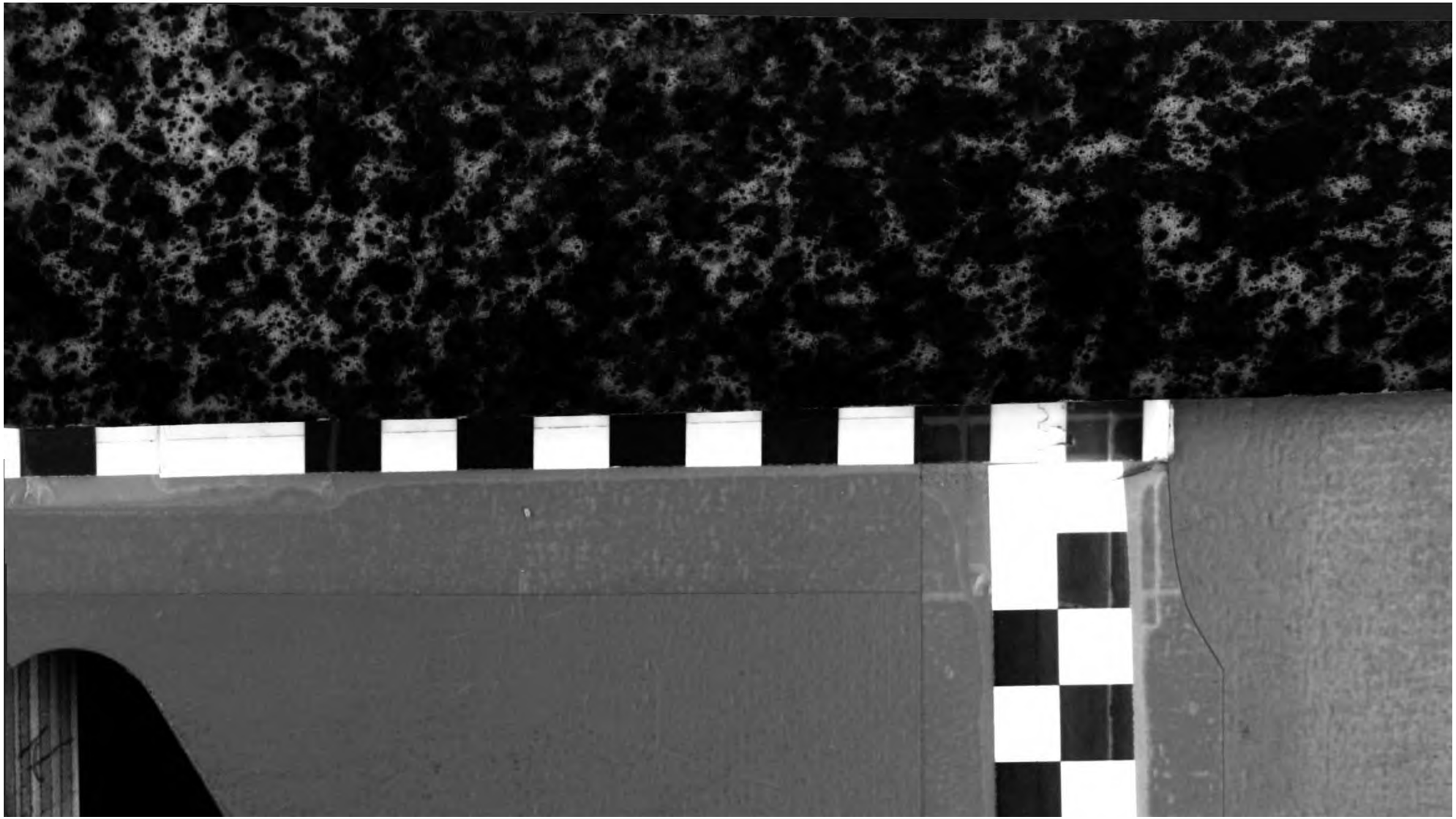


Ch. NOÉ, Constructeur

8, Rue Berthollet, PARIS (5e)

PRIX : Avec le compresseur moyen, **350** francs

En plus, **50** *francs par compresseur*



UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 05975 9780